

Der automatische Tuner für deine Heim-Miner

WarpTune Desktop Benutzerhandbuch

macOS · Windows · Linux

WarpTune Desktop v1.52.0 · Ausgabe November 2026

Inhalt

1 Was ist WarpTune Desktop?

2 Bevor du startest

3 Datei herunterladen und prüfen

4 Installation und erster Start

5 Die Seite unter 127.0.0.1:8766

6 Miner hinzufügen

7 Die Gerätekarte, Wert für Wert

8 Simulationsmodus und Live schalten

9 Die Modi

10 Einmessen

11 Die Ersparnis lesen

12 Aktualisieren

13 Deinstallieren

14 Fehlerbehebung & FAQ

15 Support & Links

1 · Was ist WarpTune Desktop?

WarpTune Desktop ist ein kleines Programm für deinen Rechner. Es beobachtet deine Bitcoin-Heim-Miner über dein Heimnetz und stellt ihren Takt (MHz) und ihre Kernspannung (mV) für dich ein. Das Ziel: dieselbe Hashrate mit weniger Strom, oder etwas mehr Hashrate, wo deine Hardware Luft hat.

Du richtest es in deinem Webbrowser ein und steuerst es dort, auf einer Seite, die nur dein eigener Rechner öffnen kann. Du brauchst kein Terminal und musst keinen Mining-Pool betreiben.

Ein paar Begriffe aus diesem Handbuch

Begriff	Bedeutung
Punkt	Das Paar aus Takt und Kernspannung, mit dem ein Miner läuft, zum Beispiel `525 MHz @ 1150 mV`.
Handpunkt	Der Punkt, den du selbst auf der Weboberfläche des Miners eingestellt hast (oder die Werkseinstellung, wenn du nie etwas geändert hast). WarpTune merkt sich den Punkt, mit dem der Miner lief, bevor WarpTune zum ersten Mal an ihn schrieb, als Handpunkt (oder nimmt `stock` aus der Einstellungsdatei). Er ist die *Obergrenze* für die Spannung bei seinem eigenen Takt und bei jedem Takt darunter, und WarpTune schreibt ihn zurück, wenn es stoppt.
Stufe	Eine Sprosse auf der Leiter von Taktwerten, die WarpTune benutzt. Nach oben geht WarpTune immer nur eine Stufe auf einmal; nach unten kann es mehrere Stufen auf einmal sein, wenn der Miner zu heiß ist oder über seiner Leistungsgrenze liegt.
Simulationsmodus	WarpTune beobachtet nur und schreibt auf, was es tun *würde*. An den Miner wird nichts gesendet.
Live	WarpTune schreibt Takt und Spannung auf den Miner, innerhalb seiner Grenzen.
Journal	Eine Datei neben der Einstellungsdatei (`warptune-journal.jsonl`), in der WarpTune jeden Messwert und jede Entscheidung festhält.
Share	Ein kleiner Arbeitsnachweis, den der Miner an seinen Pool schickt. Angenommene Shares zu zählen ist der ehrlichste Weg zu sehen, wie viel ein Miner wirklich hasht.

Was WarpTune tut

- Es liest jeden Miner alle paar Sekunden aus: Hashrate, Chiptemperatur, Leistung, Temperatur des Spannungsreglers, Lüfter, Chipfehler.
- Etwa alle 30 Sekunden entscheidet es, ob der Miner bleibt, eine Stufe runter- oder eine Stufe hochgeht.
- Im Live-Betrieb schreibt es den neuen Punkt und liest ihn zurück, um zu prüfen, ob der Miner ihn übernommen hat.
- Beim Einmessen (Kapitel 10) misst es eine **Takt-Spannungs-Kurve**: Für jeden Takt, den es ausprobiert, sucht es Schritt für Schritt die niedrigste Kernspannung, mit der der Miner noch sauber läuft. Dann bietet es dir das Ergebnis zum Übernehmen an. Das geht auf jedem Pool, auf dem der Miner schürft.

- Mit dem Schalter **Takt je Chip** (WarpAxe ab 0.1.44, Kapitel 7) gibt es jedem Chip eines Boards einen eigenen Takt, damit Chips mit Reserve bei gleicher Spannung schneller hashen.
- Auf jeder Karte zeigt es, was seine Modi gegenüber deinem Handpunkt sparen: in Watt und pro Jahr in kWh und, sobald du deinen Strompreis einträgst oder ein gekoppelter Pool einen meldet, in Geld (Kapitel 11).
- Wenn es stoppt (Abmelden, Herunterfahren, Update, Deinstallation), schreibt es den Handpunkt auf jeden Miner zurück, der live läuft.

Was WarpTune nie tut

Diese Grenzen sind fest eingebaut. Auf der Seite kannst du sie nicht abschalten. Die Spannungsgrenze im ersten Punkt hat eine Ausnahme: einen Schalter, den du selbst je Miner setzt.

- **Nie über deiner Handspannung** bei deinem Handtakt und bei jedem Takt darunter. Die Spannung, die du von Hand geprüft hast, ist dort das Maximum; WarpTune geht von dort nur nach unten. Eine Taktstufe der Herstellertabelle über deinem Handtakt läuft höchstens mit der Herstellerspannung für diese Stufe. Mehr Spannung als das nur, wenn du für diesen Miner **Jenseits der Herstellerangabe (nur Max-Modus)** einschaltest (Kapitel 7), und dann nur im Max-Modus.
- **Nie unter den sauberen Arbeitsbereich des Spannungsreglers** und nie unter die niedrigste Spannung, die die Firmware anbietet.
- **Leistungsgrenzen für jeden Schritt nach oben:** höchstens 90 % der Leistungsgrenze des Boards und höchstens 80 % der Dauerleistung des Netzteils.
- **Temperaturband.** WarpTune hält eine Ziel-Chiptemperatur (standardmäßig 62 °C). Es geht nur hoch, wenn der Chip mehr als 2 °C unter dem Ziel liegt. Es geht eine Stufe runter, wenn der Chip 1,5 °C über dem Ziel liegt, sofort bei 2 °C darüber, und bei 74 °C fällt es auf die niedrigste Stufe. Ein Spannungsregler mit 100 °C sperrt den Weg nach oben; bei 103 °C geht WarpTune eine Stufe runter.
- **Höchstens 12 Schreibvorgänge pro Stunde** je Miner. Mehr davon, oder ein Schreibvorgang, den der Miner nicht bestätigt, schaltet die Live-Steuerung für diesen Miner ab.
- **Nur die Miner, die du hinzufügst.** WarpTune fasst kein Gerät an, das nicht in seiner Liste steht.

> **Strom sparen, nicht Blöcke finden.** WarpTune macht einen Miner effizienter. Deine Chance, einen Block zu finden, ändert es nicht spürbar. Solo-Mining bleibt eine Lotterie. Was du bekommst: eine niedrigere Stromrechnung bei gleicher Hashrate, oder etwas mehr Hashrate innerhalb sicherer Grenzen.

2 · Bevor du startest

Welche Miner funktionieren

WarpTune spricht mit Minern, auf denen eine **Firmware aus der AxeOS-Familie** läuft. Es liest ihre Web-API (`/api/system/info`) und schreibt Takt und Spannung über dieselbe API.

Firmware	Typische Boards	Hinweise
AxeOS (ESP-Miner)	Bitaxe (Gamma und andere)	Volle Unterstützung.
NerdOS	NerdAxe, NerdAxe Gaia, NerdQAxe++, NerdOctaxe	Volle Unterstützung. NerdOS meldet keine 1-Minuten-Fehlerrate der Chips; ab NerdOS 1.1.1-alpha4 liest WarpTune stattdessen die Fehler je Chip.
ForgeOS	BitForge-Boards	Unterstützt; veröffentlicht keine Liste der Taktoptionen.
WarpAxe	Bitaxe Gamma, NerdQAxe++, BitForge Nano und andere	Meldet am meisten direkt (absichtlich abgeschaltete Chips, Stopps wegen Überhitzung, das eingetragene Netzteil), deshalb muss WarpTune hier am wenigsten raten. Ab WarpAxe 0.1.44 kann ein Board mit mehreren Chips außerdem jedem Chip einen eigenen Takt geben (**Takt je Chip**, Kapitel 7).

WarpTune regelt bei allen gleich. Sie unterscheiden sich darin, wie viel sie melden. Wo eine Firmware weniger sagt, leitet WarpTune es aus Leistung und Hashrate ab.

Boards ohne Spannungsregler. Ein paar Boards können ihre Kernspannung gar nicht einstellen, zum Beispiel das NerdNOS-Board oder ein Devkit-Board. WarpAxe ab 0.1.45 meldet das. Auf so einem Board stellt WarpTune **nur den Takt**: Es schreibt nie eine Spannung, macht keine Spannungsprüfung und kein Einmessen, und der Einmess-Block auf der Karte sagt *Nicht verfügbar: dieses Board hat keinen Spannungsregler – WarpTune stellt nur den Takt*. Alles andere (Modi, Temperaturband, Leistungsgrenzen, Ersparnis) funktioniert wie gewohnt.

Avalon Q

Der Canaan **Avalon Q** wird auf andere Weise unterstützt. Er spricht nicht die AxeOS-API, sondern die cgminer-API auf Port `4028`. Sein eigenes Steuerboard stellt Frequenz und Spannung je Chip ein, deshalb fasst WarpTune sie nie an. WarpTune wechselt nur zwischen den drei **Arbeitsmodi** des Avalon (Eco, Standard, Super). Für einen Avalon Q gibt es kein Einmessen und kein Netzteil-Feld. Seine Leistungsgrenze ist die Einstellung `max_watts` in der Einstellungsdatei. Die Netzwerksuche findet auch einen Avalon Q (Kapitel 6).

> **Nicht unterstützt:** Geräte, die nicht in der Liste oben stehen, zum Beispiel kleine ESP32-Lotterie-Miner ohne ASIC oder Antminer-/Whatsminer-Maschinen. Der Knopf **Prüfen** (Kapitel 6) sagt dir, wenn WarpTune ein Gerät nicht nutzen kann.

Ein Rechner, der an bleibt

WarpTune läuft auf deinem Rechner, nicht auf dem Miner. Es kann nur regeln, solange es läuft. Nimm einen Rechner, der an ist, wann immer die Miner schürfen, und der im **selben Heimnetz** (LAN) hängt wie die Miner. Ein Mac, ein Windows-PC, ein Mini-PC oder ein Raspberry Pi mit 64-Bit-Linux gehen alle.

- **macOS:** Apple-Chip oder Intel.
- **Windows:** 64-Bit-Windows; Windows on ARM führt es über die eingebaute Emulation aus.
- **Linux:** Debian, Ubuntu oder Raspberry Pi OS (64-Bit) mit dem `.deb`; andere Distributionen mit dem AppImage.

> **Ruhezustand stoppt WarpTune.** Geht der Rechner in den Ruhezustand, liest WarpTune die Miner nicht mehr aus, und die Miner bleiben auf dem Punkt, den sie zuletzt hatten. Schalte den Ruhezustand ab, oder lass den Rechner zumindest nicht schlafen, solange Miner live laufen.

WarpTune Desktop ist für einen Rechner mit **einem Benutzerkonto** gedacht. Unter macOS und Windows könnte ein anderes Konto auf demselben Rechner die Seite ebenfalls öffnen (Kapitel 5).

Stell zuerst deinen Handpunkt ein

Bevor du einen Miner hinzufügst, stell ihn auf seiner eigenen Weboberfläche auf den Punkt, dem du vertraust: die Werkseinstellung oder deinen eigenen von Hand eingestellten Punkt, von dem du weißt, dass er stabil läuft. WarpTune liest diesen Punkt und merkt ihn sich als Obergrenze und als Rückkehrpunkt, bevor es irgendetwas an den Miner schreibt. Ab dann behält es diesen Punkt, auch nach einem Neustart von WarpTune; ändern kannst du ihn auf der Karte mit **Handpunkt ändern** (Kapitel 7). Bei diesem Takt und bei jedem Takt darunter geht WarpTune nicht über diese Spannung. Der einzige Schalter, der mehr Spannung erlaubt, und das nur für Takte über deinem Handtakt im Max-Modus, ist **Jenseits der Herstellerangabe (nur Max-Modus)** (Kapitel 7); er bleibt aus, bis du ihn setzt.

Jeder Pool geht – ein dvb-WarpPool bringt ein paar Extras

WarpTune braucht keinen eigenen Pool. Angenommene Shares sind das ehrlichste Maß für die echte Hashrate, und WarpTune liest sie aus den **eigenen Zählern des Miners**: wie viele Shares der Pool angenommen hat und mit welcher Difficulty. Das klappt auf **jedem Pool**, auf dem der Miner schürft. Mit diesen Zählern regelt WarpTune, macht das **Einmessen**, die Kurzprüfung und die Nachprüfung (Kapitel 10) und zeigt die **Ersparnis** auf jeder Karte (Kapitel 11).

Ein **dvb-WarpPool** (dein eigener Pool oder der öffentliche Pool) ist optional. Mint der Miner darauf und koppelst du ihn (Kapitel 6), nimmt WarpTune bevorzugt die Worker-Zeile des Pools und bekommt dazu:

- **Reject-Gründe** bei jeder Firmware: Der Pool unterscheidet einen veralteten Share oder einen mit zu niedriger Difficulty von einem echten Fehler,
- den Modus **Energie**, der die Strom-Seite des Pools liest (Kapitel 9),
- das WarpTune-Badge auf deiner Wallet-Seite eines öffentlichen Pools.

Zwei Ausnahmen: Eine Firmware, die keine Share-Difficulty meldet (`poolDifficulty`), liefert kein Share-Urteil; sie lässt sich nur über eine dvb-WarpPool-Kopplung einmessen. Und ein Avalon Q wird nie eingemessen; er wechselt nur seinen Arbeitsmodus.

Ein WarpTune pro Miner

> **Nur ein WarpTune darf einen Miner regeln.** Zwei WarpTune-Programme, die auf denselben Miner schreiben, arbeiten gegeneinander. Wird ein Miner schon von einem anderen WarpTune geregelt – zum Beispiel dem, das bei einer dvb-WarpPool-Installation dabei ist, oder auf einem zweiten Rechner –, lass ihn hier im Simulationsmodus oder nimm ihn dort zuerst heraus.

Auf einem Rechner ist das erzwungen: Pro Einstellungsdatei und Port läuft nur ein WarpTune-Prozess. Ein zweiter Start endet mit einem Fehler (Kapitel 14). Über zwei Rechner hinweg kann das nichts erzwingen; darauf musst du selbst achten.

3 · Datei herunterladen und prüfen

WarpTune Desktop gehört zu jedem dvb-WarpPool-Release. Lade es von der Release-Seite:

git.warppool.org/dvb-projekt/dvb-WarpPool/releases

Öffne das neueste Release und wähle die Datei für dein System. `<tag>` steht für die Version, zum Beispiel `v1.52.0`.

System	Datei
macOS, Apple-Chip (M1 und neuer)	`WarpTune-Desktop-<tag>-aarch64.dmg`
macOS, Intel	`WarpTune-Desktop-<tag>-x86_64.dmg`
Windows (Installer)	`WarpTune-Desktop-<tag>-x86_64-setup.exe`
Windows (portabel, ohne Installer)	`WarpTune-Desktop-<tag>-x86_64-windows.zip`
Debian / Ubuntu / Raspberry Pi OS 64-Bit	`dvb-warptune_<version>_amd64.deb` (PC) oder `…_arm64.deb` (Raspberry Pi)
Anderes Linux	`WarpTune-Desktop-<tag>-x86_64.AppImage` oder `…-aarch64.AppImage`

> **Die macOS-Dateien kommen etwas später.** Die `.dmg`-Dateien werden kurz nach der Veröffentlichung zum Release hinzugefügt. Siehst du sie noch nicht, schau später noch einmal nach.

Im Release stehen außerdem Dateien mit dem Namen `dvb-warppool-tune-…tar.gz`. Sie enthalten nur das Kommandozeilenprogramm, ohne den Starter für die Seite; sie sind für Leute, die WarpTune von Hand als Dienst betreiben. Dieses Handbuch beschreibt WarpTune Desktop.

Den Download prüfen

Die Dateien sind nicht mit einem bezahlten Zertifikat von Apple oder Microsoft signiert. Stattdessen enthält jedes Release eine Prüfsummendatei, `SHA256SUMS`, und eine Signatur dafür, `SHA256SUMS.bundle`. Prüf deine Datei, bevor du sie öffnest.

Schritt 1 – die Prüfsumme

Lade `SHA256SUMS` neben deine Datei. Dann berechne die Prüfsumme deiner Datei:

- **macOS / Linux** (Terminal): `shasum -a 256 <file>`
- **Windows** (Eingabeaufforderung): `certutil -hashfile <file> SHA256`

Vergleiche die lange Zahl mit der Zeile für deine Datei in `SHA256SUMS`. Sie müssen genau übereinstimmen. Stimmen sie nicht überein, lösch die Datei und lade sie neu. Öffne nie eine Datei, deren Prüfsumme nicht passt.

Schritt 2 – die Signatur (optional, empfohlen)

Hast du das Werkzeug `cosign`, kannst du zusätzlich prüfen, ob `SHA256SUMS` wirklich vom Projekt stammt. Hol dir den öffentlichen Schlüssel des Projekts, `cosign.pub`, aus dem Repository und führe aus:

```
cosign verify-blob --key cosign.pub --bundle SHA256SUMS.bundle SHA256SUMS
```

Die Antwort muss *Verified OK* lauten. Zusammen beweisen die beiden Schritte, dass die Datei genau die ist, die das Projekt veröffentlicht hat.

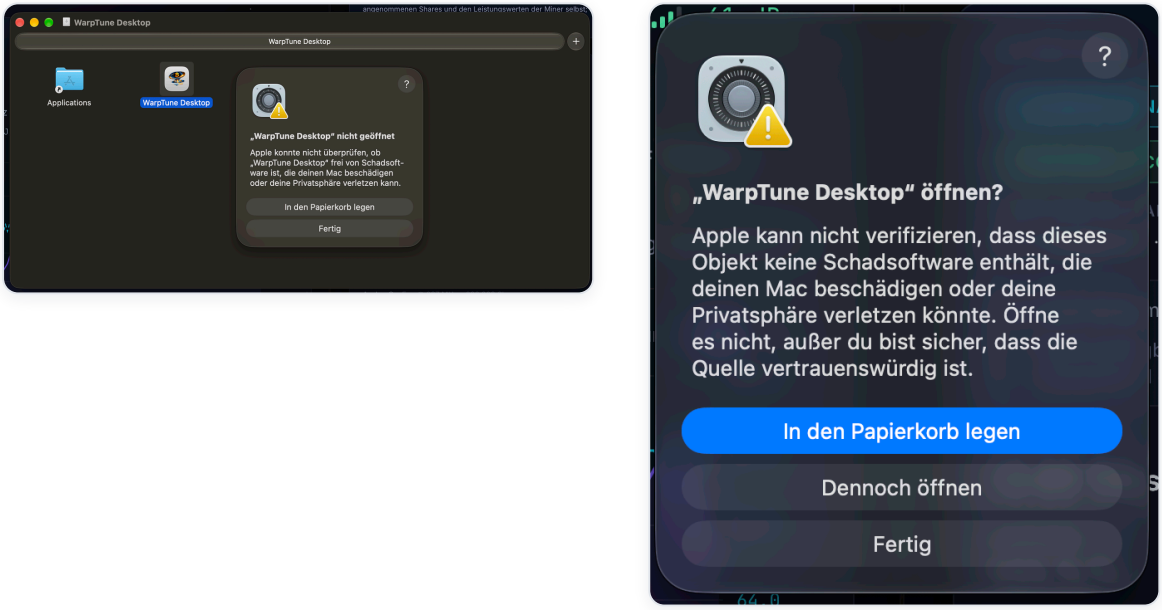
4 · Installation und erster Start

Jedes Paket enthält zwei Programme. **WarpTune selbst** (`dvb-warppool-tune`) macht die Arbeit und liefert die Seite aus. Der kleine **Starter** (`dvb-warptune-launcher`) ist das, was du anklickst: Er sorgt dafür, dass WarpTune läuft, und öffnet dann die Seite `http://127.0.0.1:8766/` in deinem Browser. Ein zweiter Klick öffnet nur die Seite erneut; er startet WarpTune nie ein zweites Mal.

Die Fragen und Hinweise des Starters (Start beim Anmelden, Dienst-Update, Port belegt, Startfehler) erscheinen in der Sprache deines Systems: Englisch, Deutsch, Spanisch, Französisch, Italienisch, Japanisch, Portugiesisch (Brasilien) oder Chinesisch, dieselben acht Sprachen wie die Seite. Die Bildschirmfotos hier zeigen die englische Fassung; in Klammern steht jeweils der englische Text dazu.

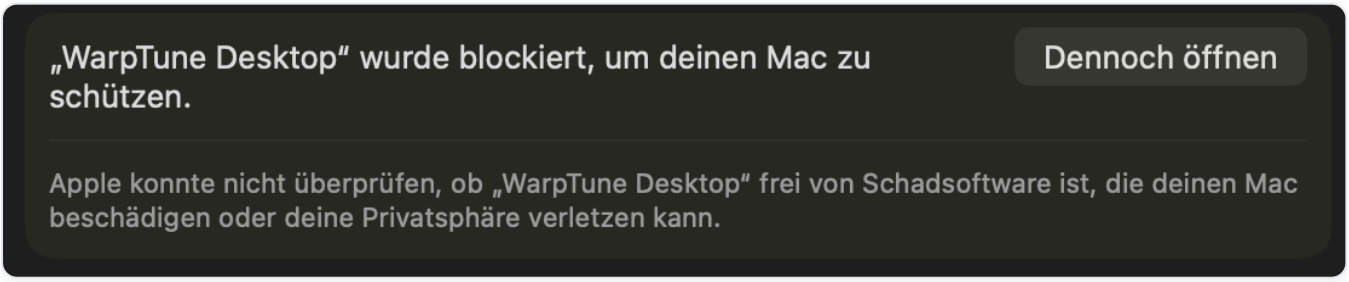
macOS

1. Öffne die `.dmg` und zieh **WarpTune Desktop** auf **Programme** (im Fenster als „Applications“).
2. Öffne **WarpTune Desktop** im Ordner Programme. Beim ersten Mal lehnt macOS ab, weil es den Herausgeber nicht kennt. Klick auf **Fertig** (nicht auf **In den Papierkorb legen**).



Links: die erste Ablehnung (Fertig klicken). Rechts: die letzte Frage nach „Dennoch öffnen“ (Dennoch öffnen klicken).

3. Öffne **Systemeinstellungen → Datenschutz & Sicherheit**, scroll ganz nach unten und klick auf **Dennoch öffnen** neben *„WarpTune Desktop“ wurde blockiert*.

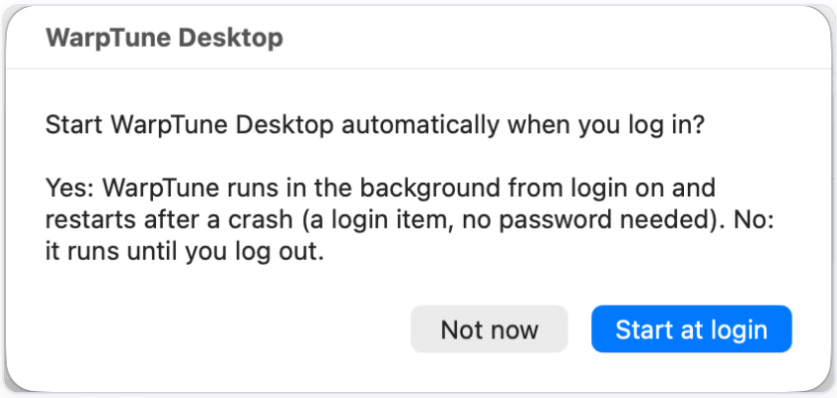


Systemeinstellungen → Datenschutz & Sicherheit: der Knopf „Dennoch öffnen“ für WarpTune Desktop.

4. Öffne **WarpTune Desktop** im Ordner Programme **noch einmal**. macOS fragt ein letztes Mal. Klick auf **Dennoch öffnen** und bestätige mit deinem Passwort oder Touch ID. Passiert nach Schritt 3 scheinbar

nichts, wartet die Frage hinter anderen Fenstern: öffne die App einfach noch einmal aus dem Ordner Programme.

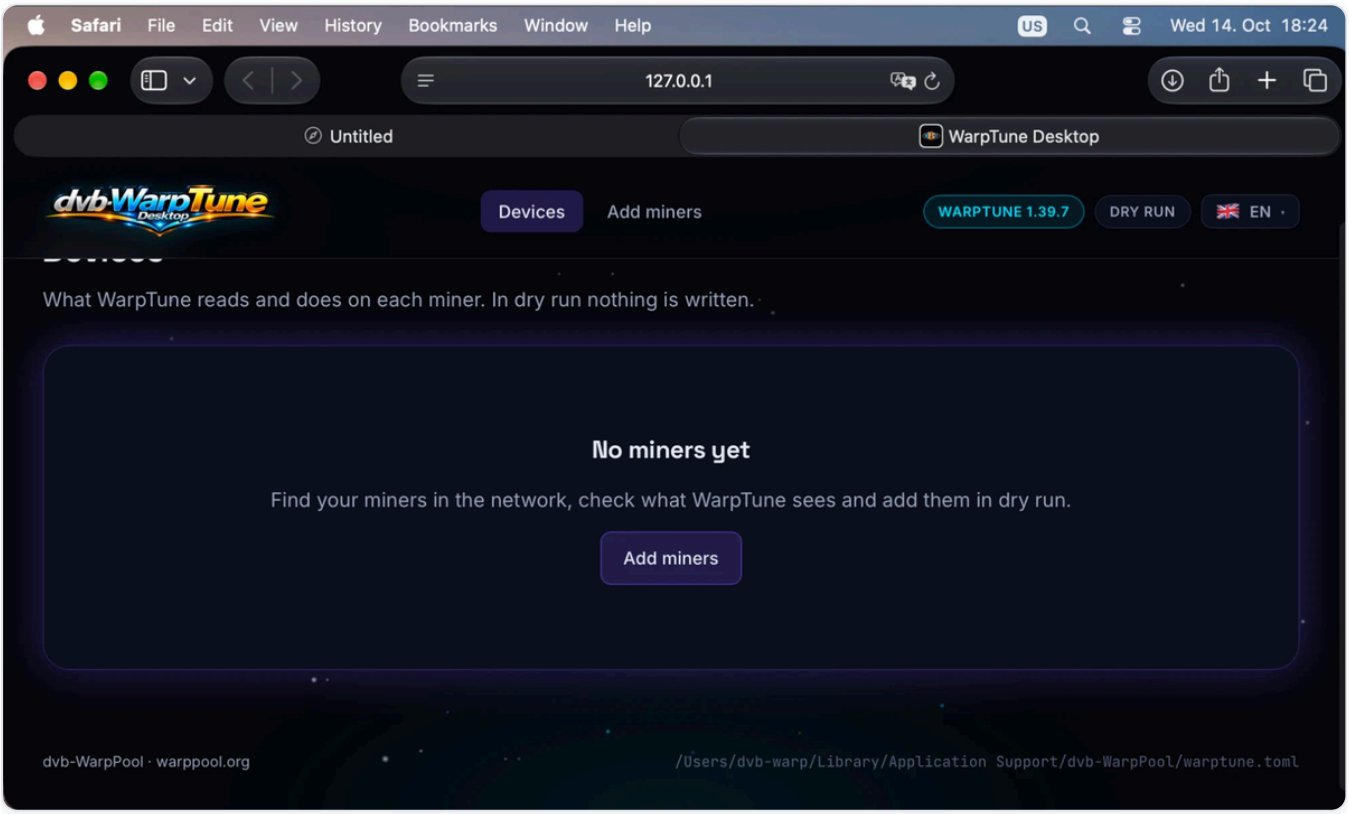
5. WarpTune fragt: *WarpTune Desktop beim Anmelden automatisch starten?* (englisch: *Start WarpTune Desktop automatically when you log in?*)



Die einmalige Frage beim ersten Start.

- **Beim Anmelden starten** (**Start at login**) legt ein Anmeldeobjekt an (`com.dvb.warptune.desktop`, kein Passwort nötig). WarpTune läuft dann ab jeder Anmeldung im Hintergrund, startet nach einem Absturz neu und stoppt beim Abmelden sauber: Jeder Miner, der live läuft, bekommt seinen Handpunkt zurück. **Wähl das, wenn du Miner auf live schalten willst.**
- **Jetzt nicht** (**Not now**) lässt WarpTune nur bis zum Abmelden laufen. Beim Abmelden endet es dann sofort, **ohne** die Handpunkte zurückzuschreiben. Live-Miner blieben auf ihrem letzten Punkt.

6. Dein Browser öffnet `http://127.0.0.1:8766/`. Solange noch keine Miner da sind, zeigt die Seite *Noch keine Miner* und bietet **Miner hinzufügen** an.



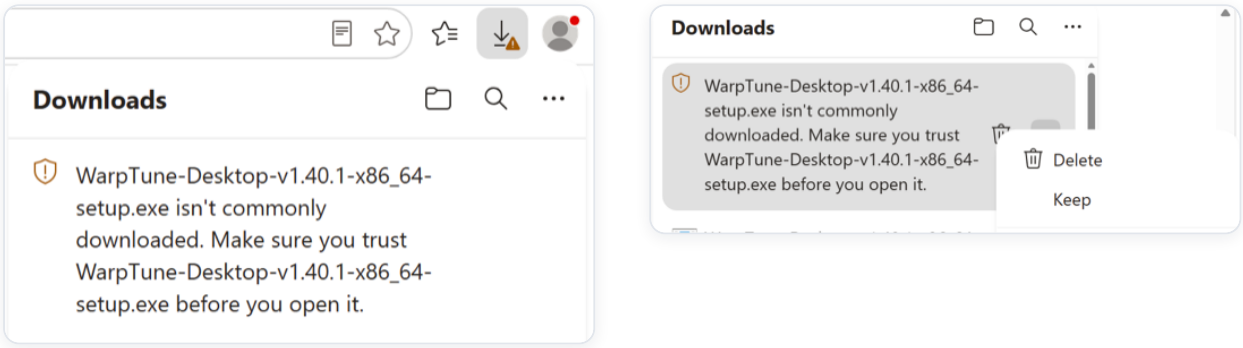
Die erste Seite unter macOS: noch keine Miner, und der Knopf, um welche hinzuzufügen (Bildschirmfoto mit englischer Oberfläche).

Ab jetzt öffnet ein Doppelklick auf die App nur noch die Seite.

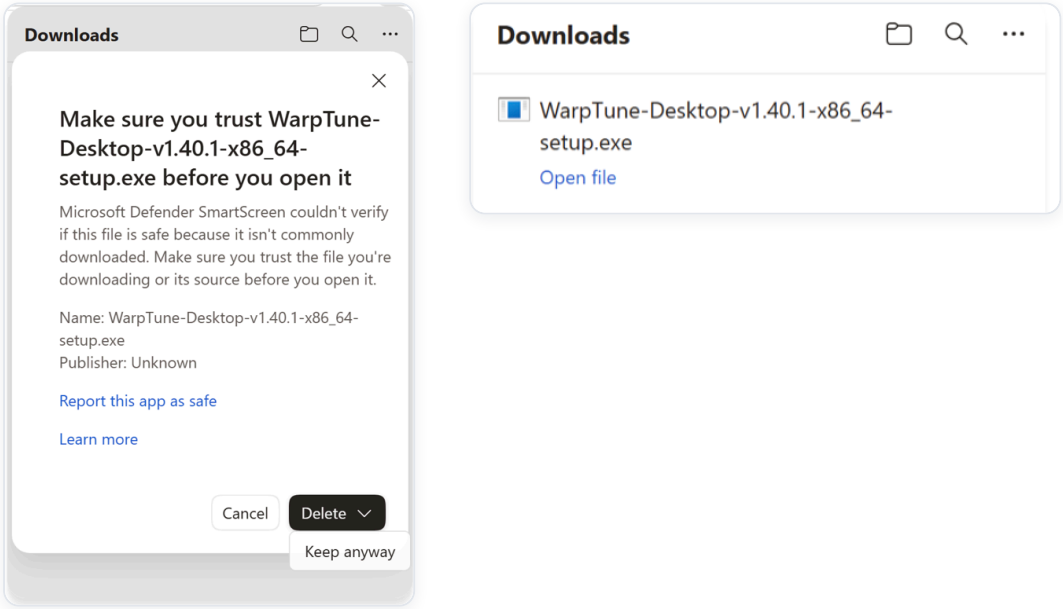
> **WarpTune läuft schon als Dienst?** Hast du WarpTune früher mit dem Setup-Skript installiert (`scripts/setup-warptune.sh` , Dienst `com.dvb.warptune`), nutzt die App diesen Dienst und legt nie einen zweiten an. Ist dieser Dienst älter als 1.40, bietet die App an, ihn zu aktualisieren (Kapitel 12).

Windows

1. **Mit Edge herunterladen.** Microsoft Edge hält den Installer noch vor SmartScreen zurück: In der Download-Liste steht, die Datei werde selten heruntergeladen und du sollst ihr vor dem Öffnen vertrauen. Zeig mit der Maus auf den Eintrag, klick auf **…** und wähl **Beibehalten**. Edge fragt noch einmal nach (Herausgeber: unbekannt): Öffne den Pfeil neben **Löschen** und wähl **Trotzdem beibehalten**. Klick dann auf **Datei öffnen**. Andere Browser können eine ähnliche Warnung zeigen.



Download-Liste in Edge: die Warnung (links), dann „…“ → „Beibehalten“ (rechts). Bildschirmfotos aus dem englischen Edge.



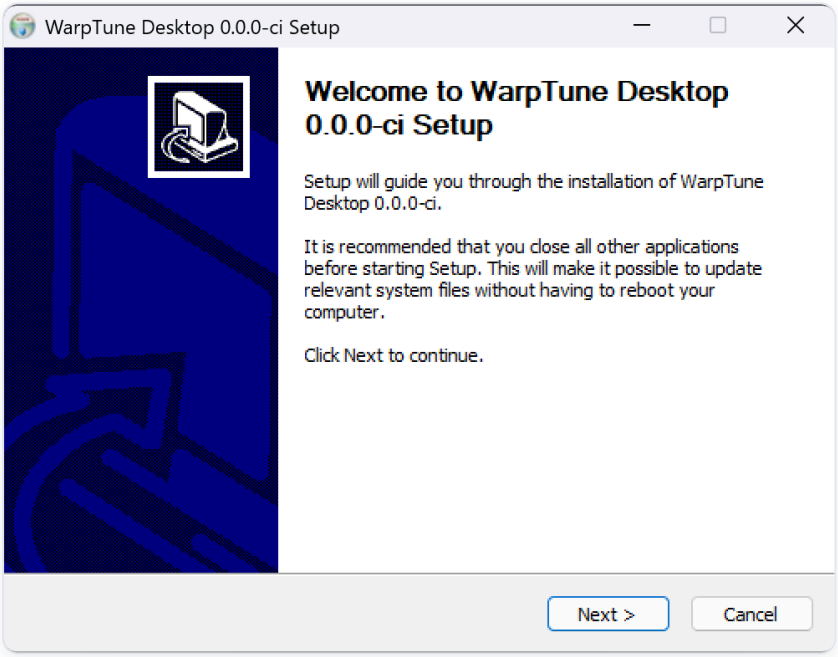
Pfeil neben „Löschen“ → „Trotzdem beibehalten“ (links), dann „Datei öffnen“ (rechts). Englisches Edge: „Keep anyway“, „Open file“.

2. Öffne `WarpTune-Desktop-<tag>-x86_64-setup.exe` . SmartScreen hält sie an mit *Der Computer wurde durch Windows geschützt*. Klick auf **Weitere Informationen**.
3. Klick auf **Trotzdem ausführen**.



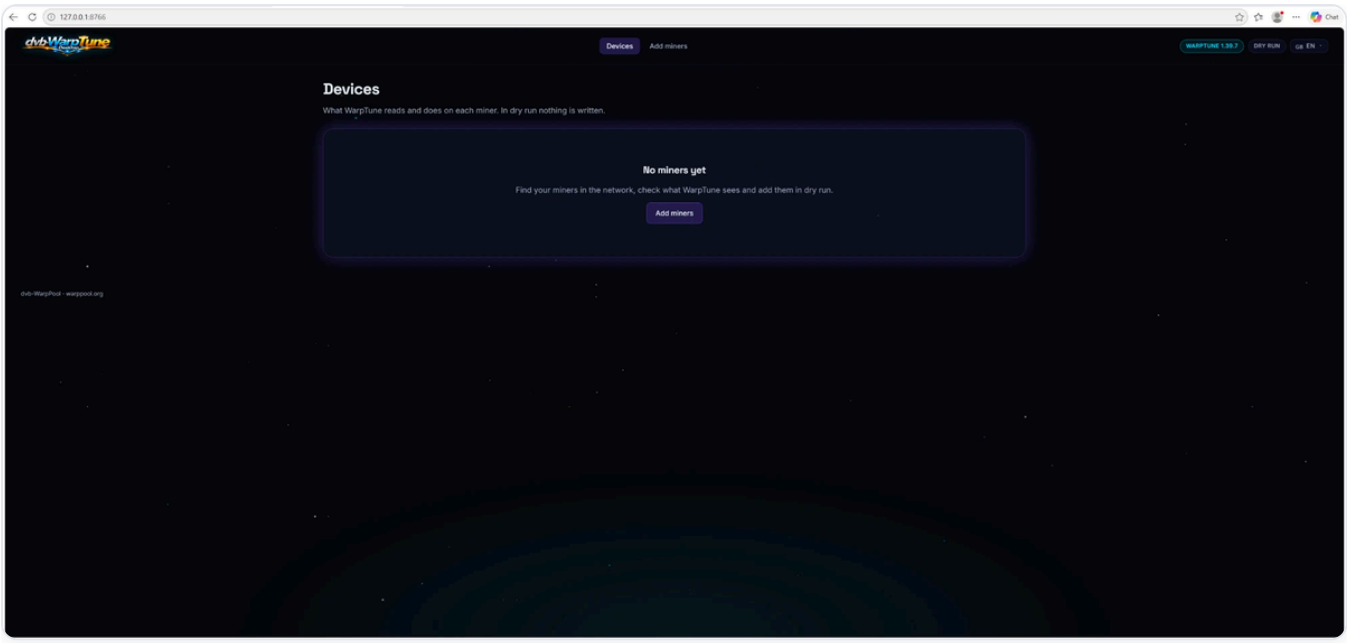
SmartScreen: zuerst „Weitere Informationen“ (links), dann „Trotzdem ausführen“ (rechts).

4. Der Installer braucht keine Administratorrechte. Er installiert nur für deinen Benutzer, nach `%LOCALAPPDATA%\Programs\WarpTune Desktop`, legt einen Startmenü-Eintrag an und eine Autostart-Verknüpfung, die WarpTune bei jeder Anmeldung ohne Fenster startet.



Der Installer für deinen Benutzer (auf Englisch). Nach keinem Administratorpasswort wird gefragt.

5. Am Ende öffnet dein Browser WarpTune Desktop.



Die erste Seite unter Windows (Bildschirmfoto mit englischer Oberfläche).

- Die Autostart-Verknüpfung kannst du im **Task-Manager** → **Autostart-Apps** abschalten, wenn du WarpTune lieber von Hand aus dem Startmenü startest.
- Unter Windows öffnet WarpTune **keinen Port** zum Netzwerk. Die Seite wird nur für diesen Rechner ausgeliefert, und Miner werden ohne den mDNS-Empfänger gefunden. Deshalb fragt die Windows-Firewall nichts.
- Abmelden oder Herunterfahren beendet WarpTune sauber: Live-Miner bekommen vorher ihren Handpunkt zurück.
- Die portable `.zip` enthält dieselben zwei Programme ohne Installer. Starte `dvb-warptune-launcher.exe`. Sie legt keine Autostart-Verknüpfung an.

Linux

Debian, Ubuntu, Raspberry Pi OS (.deb)

1. Installier das Paket: `sudo apt install ./dvb-warptune_<version>_<arch>.deb`
2. Klick im Programmmenü auf **WarpTune Desktop**. Der erste Klick aktiviert und startet den Benutzerdienst `dvb-warptune-desktop` und öffnet die Seite.
3. Damit WarpTune auch läuft, wenn niemand angemeldet ist (zum Beispiel auf einem Raspberry Pi ohne Bildschirm), führe einmal aus: `loginctl enable-linger $USER`

Jede Distribution (AppImage)

1. Mach die Datei ausführbar: `chmod +x WarpTune-Desktop-<tag>-<arch>.AppImage`
2. Doppelklick darauf. Es legt denselben Benutzerdienst an, der auf die AppImage-Datei zeigt, und öffnet die Seite. Lass die Datei, wo sie ist: Der Dienst startet sie von diesem Pfad.

Linux zeigt keine Herausgeber-Warnung. Stoppt der Benutzerdienst (Abmelden ohne Linger, Herunterfahren, `systemctl --user stop`), schreibt er vorher die Handpunkte zurück.

> **Kein Desktop?** Auf einem Rechner ohne Bildschirm läuft die Seite trotzdem, aber nur ein Browser auf genau diesem Rechner darf sie öffnen (Kapitel 5). WarpTune Desktop ist für einen Rechner mit Bildschirm gemacht.

Wo alles gespeichert wird

System	Einstellungsdatei und Journal	Logs
macOS	`~/Library/Application Support/dvb-WarpPool/warptune.toml`	Gleicher Ordner: `warptune-desktop.log`, `warptune-launcher.log`
Windows	`%APPDATA%\dvb-WarpPool\warptune.toml`	Gleicher Ordner
Linux	`~/.config/dvb-warppool/warptune.toml`	`journalctl --user -u dvb-warptune-desktop`

Beim ersten Start legt WarpTune eine leere Einstellungsdatei an. Die Seite ändert sie für dich; du musst sie nicht öffnen. Bearbeitest du sie doch von Hand, behält WarpTune deine Kommentare, und jede Änderung über die Seite hebt die vorige Fassung als `warptune.toml.bak` auf.

5 · Die Seite unter 127.0.0.1:8766

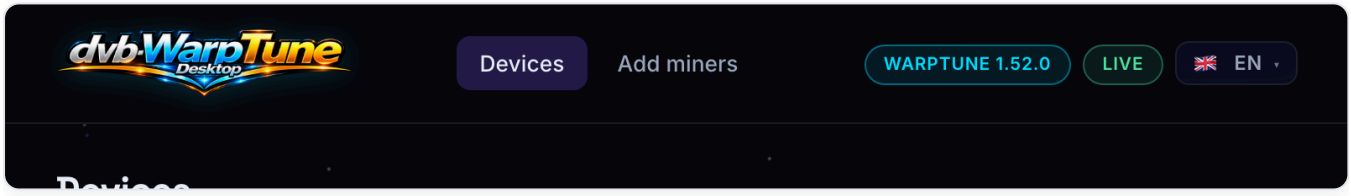
Alles in WarpTune Desktop passiert auf einer Seite in deinem Browser: `http://127.0.0.1:8766/`. Der Starter öffnet sie für dich. Du kannst die Adresse auch selbst eintippen oder ein Lesezeichen setzen. `http://localhost:8766/` geht auch.

Nur dieser Rechner kann sie öffnen

Die Seite antwortet nur einem Browser auf demselben Rechner. Ein Handy oder ein zweiter PC in deinem Netz kann sie nicht öffnen, und das ist Absicht: Die Seite kann Miner auf live schalten. Im Einzelnen:

- Ausgeliefert wird nur an Verbindungen von diesem Rechner selbst.
- Die Adresse im Browser muss `127.0.0.1`, `localhost` oder `[::1]` sein.
- Jede Aktion trägt einen Sitzungsschlüssel, den das laufende WarpTune bei seinem Start erzeugt. Andere Webseiten in deinem Browser können ihn nicht lesen und deshalb keine Befehle an WarpTune schicken.
- Anfragen über einen Proxy werden abgelehnt. Stell keinen Reverse-Proxy, keinen Umbrel-App-Proxy und keinen Tor-Dienst vor Port 8766.

> **Ein Benutzer pro Rechner.** Unter Linux prüft die Seite zusätzlich, ob das verbindende Programm zu deinem Benutzerkonto gehört. Unter macOS und Windows kann sie das nicht prüfen. Ein anderes Konto auf demselben Rechner könnte die Seite öffnen. Nutze WarpTune Desktop auf einem Rechner, den nur du benutzt.



Die Kopfzeile: Schriftzug, die zwei Bereiche, die Version, der Live-Zustand und die Sprache (Bildschirmfoto mit englischer Oberfläche).

Die Kopfzeile, von links nach rechts

Element	Was es zeigt oder tut
Schriftzug **dvb-WarpTune Desktop**	Ein Klick darauf bringt dich zurück zur Geräteliste.
Geräte	Die Liste deiner Miner, eine Karte je Miner (Kapitel 7). Das ist die Startseite.
Miner hinzufügen	Der Einrichtungsassistent: Miner finden, prüfen und hinzufügen, dazu die optionale Pool-Kopplung (Kapitel 6).
WARPTUNE 1.52.0	Die Version des laufenden WarpTune. Halte die Maus darüber, dann siehst du den vollständigen Pfad der Einstellungsdatei.

LIVE oder **SIMULATION**	Der Zustand des WarpTune-Prozesses als Ganzes. **SIMULATION**: *WarpTune beobachtet und protokolliert nur; auf keinen Miner wird geschrieben.* **LIVE**: WarpTune schreibt Takt und Spannung auf die Miner, die du auf live geschaltet hast (beim Avalon Q: seinen Arbeitsmodus). Ein Miner, der noch im Simulationsmodus ist, bleibt unberührt, auch wenn der Prozess live ist.
WarpTune nicht erreichbar (rot)	Die Seite ist offen, aber der WarpTune-Prozess dahinter antwortet nicht. Er wurde gestoppt, oder der Rechner war im Ruhezustand. Siehe Kapitel 14.
Sprache	Englisch, Deutsch, Spanisch, Französisch, Italienisch, Japanisch, Portugiesisch (Brasilien), Chinesisch. Die Wahl wird in diesem Browser gespeichert.

Banner unter der Kopfzeile

- *Einstellungen geändert. Jetzt in WarpTune übernehmen?* mit dem Knopf **Jetzt übernehmen**. Das erscheint nur noch bei den globalen Einstellungen: den Pool-Einstellungen auf der Einrichtungsseite (Pool-Adresse, Push-Token), dem Live-Schalter des WarpTune-Prozesses als Ganzem (`[sidecar] live` – beim ersten Mal, wenn du einen Miner live schaltest, solange der Prozess noch im Simulationsmodus ist) und den Abschnitten `[defaults]` und `[energy]`. So eine Änderung steht sofort in der Datei, aber das laufende WarpTune behält seine alten Einstellungen, bis du **Jetzt übernehmen** drückst. Eine Änderung auf der Karte eines einzelnen Miners (Live-Schalter, Modus, Netzteil, Taktsuche, Zeitplan) und das Hinzufügen oder Entfernen eines Miners brauchen kein Banner: Der gespeicherte Eintrag erreicht das laufende WarpTune sofort, nur für diesen Miner (Kapitel 7). Das Banner erscheint außerdem, wenn so eine Änderung nicht übernommen werden konnte – auf diesem Miner läuft ein Einmessen, seine Pool-Adresse ist eine, die das laufende WarpTune nicht abfragt, oder der Prozess kann nicht neu laden. Die Karte nennt dann den Grund und sagt *Gespeichert. Übernimm die Einstellungen, damit es wirkt.*
- Der Dialog **Einstellungen übernehmen** erklärt, was passiert: *Alle Miner gehen kurz auf ihren Handpunkt zurück, dann startet WarpTune mit den neuen Einstellungen neu. Ein laufendes Einmessen blockiert das – beende es zuerst.* Bestätige mit **Jetzt übernehmen** oder **Abbrechen**. Danach meldet ein grünes Banner *Einstellungen übernommen.*
- **Ein laufendes Einmessen blockiert das Übernehmen.** Solange ein Einmessen läuft oder sein Ergebnis auf **Übernehmen** oder **Verwerfen** wartet, wird das Neuladen abgelehnt. Beende oder stoppe das Einmessen zuerst.
- *Die Einstellungsdatei hat einen Fehler: …* (rot) heißt: Die Datei ließ sich nicht laden, meist nach einer Änderung von Hand. Das laufende WarpTune behält seine letzten guten Einstellungen. Korrigier die Datei oder stell `warptune.toml.bak` wieder her.

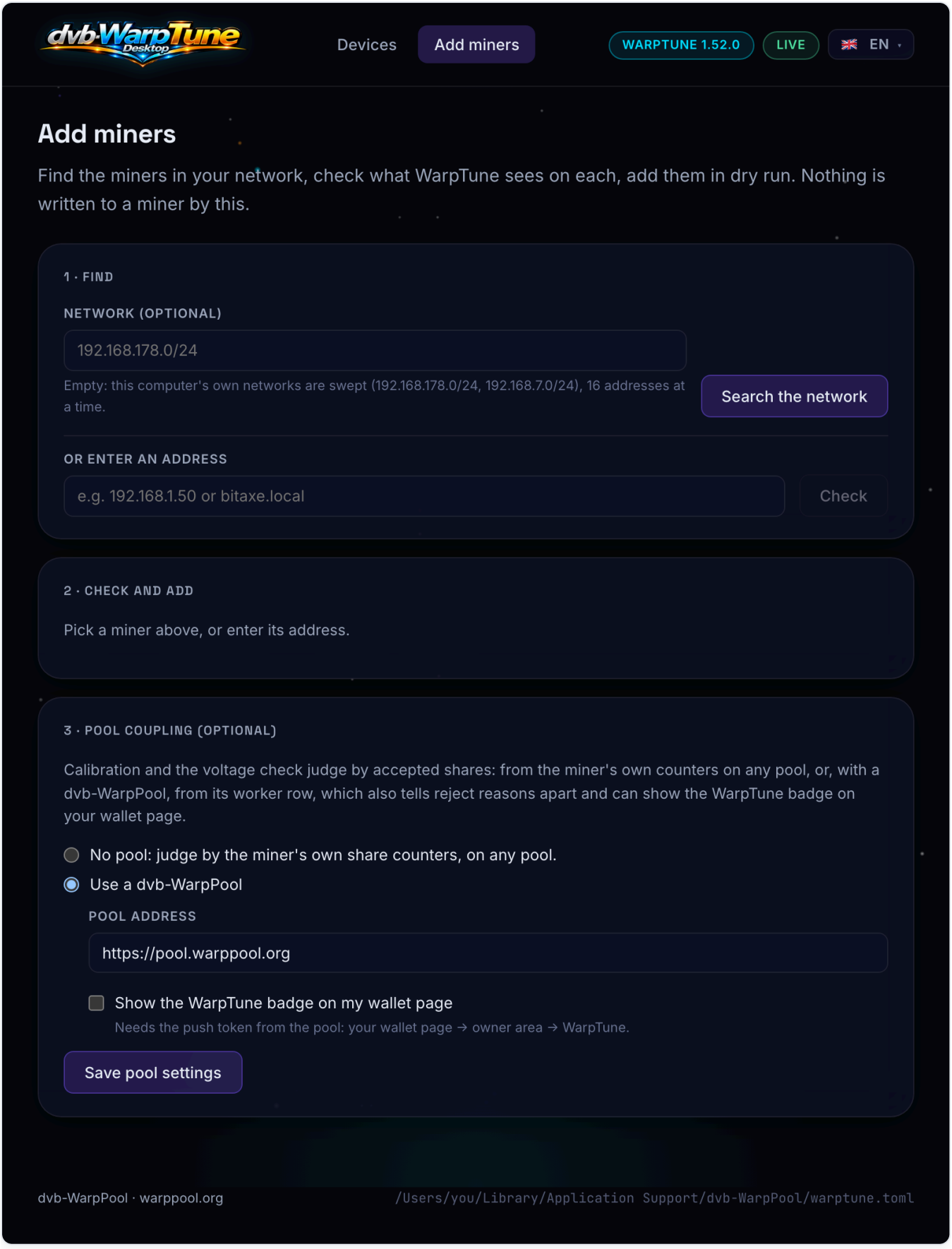
Unten auf jeder Seite siehst du den Pfad der Einstellungsdatei.

Unterstütze die Entwicklung

Unten auf der Seite **Geräte** liegt die Karte **Unterstütze die Entwicklung**. Sie ist zuerst zugeklappt; ein Klick auf den Titel öffnet sie. Die Seite merkt sich in diesem Browser, ob du sie geöffnet oder geschlossen hast. Die Karte zeigt die Lightning-Adresse und die On-Chain-Adresse des Projekts, jede mit QR-Code und einem Knopf **Kopieren**. QR-Codes und Adressen sind fest in das Programm eingebaut; es ruft dafür nichts aus dem Netz ab. Eine Spende ist freiwillig: WarpTune ist kostenlos, ohne Abo.

6 · Miner hinzufügen

Klick in der Kopfzeile auf **Miner hinzufügen** (oder auf den Knopf in der leeren Geräteliste). Der Assistent hat drei Karten. Nichts auf dieser Seite schreibt auf einen Miner. Sie liest nur von Minern und schreibt die Einstellungsdatei.



Die Seite „Miner hinzufügen“ vor einer Suche: 1 · Finden, 2 · Prüfen und hinzufügen, 3 · Pool-Kopplung (hier mit eingetragener Pool-Adresse; Bildschirmfoto mit englischer Oberfläche).

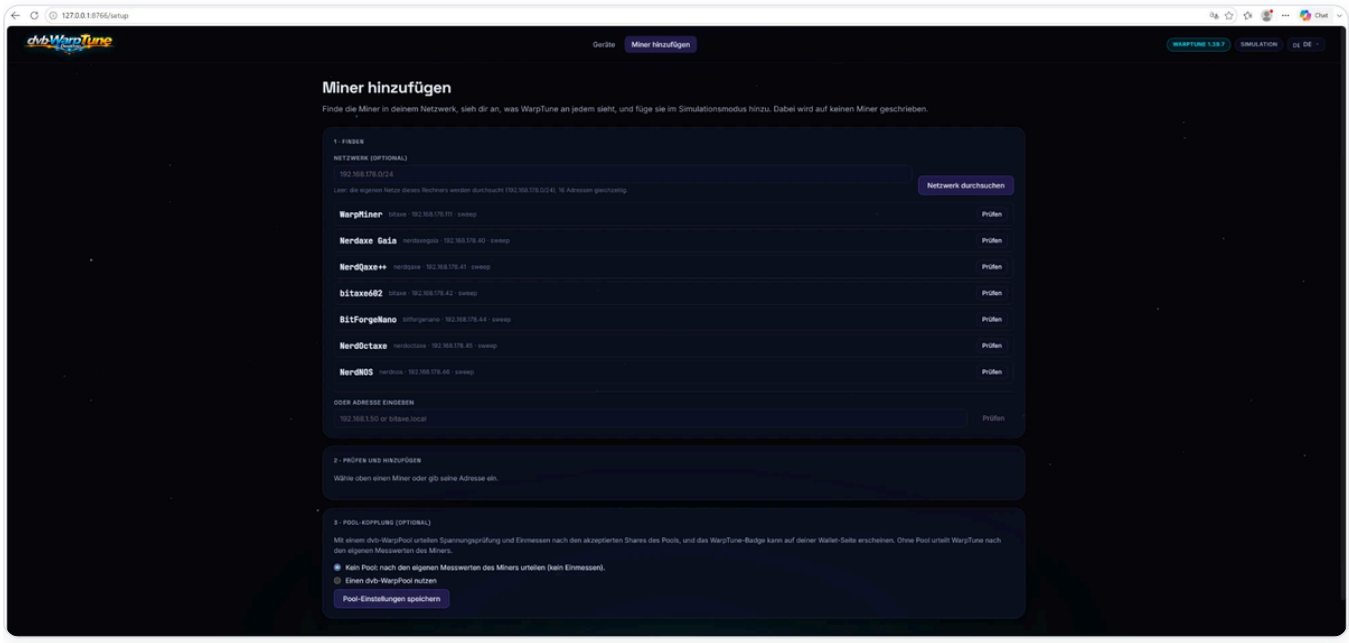
1 · Finden

Klick auf **Netzwerk durchsuchen**. Während der Suche zeigt der Knopf **Suche läuft…**. WarpTune sucht auf zwei Wegen, und nur, wenn du den Knopf drückst – es durchsucht dein Netz nie von sich aus:

- **Netzsuche.** WarpTune fragt jede Adresse in den eigenen Heimnetzen dieses Rechners nach `/api/system/info`, der Adresse, auf die jeder Miner der AxeOS-Familie antwortet. Es fragt höchstens 16 Adressen gleichzeitig und wartet 1,5 Sekunden je Adresse, damit dein Router nicht überlastet wird. Gleichzeitig schickt es den reinen Lesebefehl `version` von cgminer an Port 4028 derselben Adresse; darauf antwortet ein **Avalon Q** (er hat keine Web-API). Auf kein Gerät wird etwas geschrieben. Der kleine Text unter dem Feld nennt die Netze, die durchsucht werden, zum Beispiel *Leer: die eigenen Netze dieses Rechners werden durchsucht (192.168.178.0/24), 16 Adressen gleichzeitig.*
- **mDNS** (die „Bonjour"-Ankündigungen, die manche Miner senden). Auf einem Mac verdeckt der systemeigene mDNS-Dienst sie vor WarpTune, und unter Windows lässt WarpTune mDNS weg, damit die Firewall nicht fragt. Die Seite sagt dann *mDNS hat auf diesem System nichts gefunden (auf macOS/Windows normal); die Liste stammt aus der Netzsuche.* Das ist in Ordnung: Die Netzsuche findet Miner der AxeOS-Familie trotzdem.

Netzwerk (optional): Lass das Feld meistens leer. Hängen deine Miner in einem anderen privaten Netz als der Rechner (zum Beispiel einem eigenen IoT-Netz), trag es hier ein, etwa `192.168.10.0/24`. Es muss ein privates Netz der Größe /22 bis /30 sein.

Es läuft immer nur eine Suche gleichzeitig. Antwortet nichts, sagt die Seite *Kein Miner hat geantwortet. Prüfe, ob die Miner an sind und im selben Netz wie dieser Rechner, oder gib das Netz oben ein.*



Suchergebnis (aus einem Test unter Windows mit einer Vorabversion, daher die ältere Versionsanzeige).

Jede Zeile im Ergebnis zeigt den Namen des Miners, dann seinen Typ, seine Adresse und wie er gefunden wurde (`sweep` oder `mdns`). Ein Avalon Q erscheint als *Avalon Q*, gefolgt von den letzten Zeichen seiner Netzwerkadresse (MAC), mit dem Typ `avalonq`. Ein Miner, der schon in deiner Liste steht, zeigt *schon hinzugefügt*. Bei den anderen klick auf **Prüfen**.

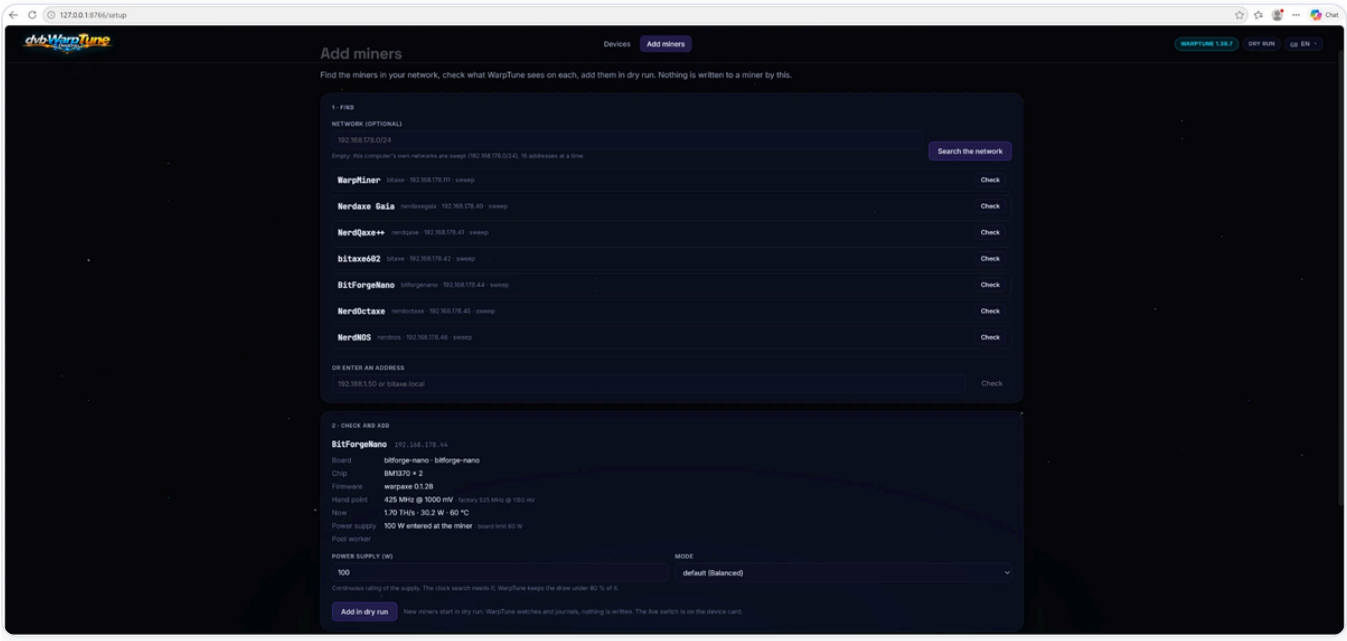
Einen Miner über seine Adresse hinzufügen

Unter **Oder Adresse eingeben** tippst du die IP-Adresse oder den Namen des Miners ein (zum Beispiel `192.168.1.50` oder `bitaxe.local`) und klickst auf **Prüfen**. Das ist für einen Miner, den die Suche nicht gelistet hat, zum Beispiel einen in einem anderen Netz. Hat die Adresse keine AxeOS-API, versucht **Prüfen** die cgminer-API des Avalon Q auf Port 4028.

> **Gib deinen Minern feste Adressen.** WarpTune speichert die Adresse, die du hinzufügst. Gibt dein Router dem Miner später eine neue Adresse, verliert WarpTune ihn. Reservier im Router für jeden Miner eine feste Adresse (oft „DHCP-Reservierung“ genannt).

2 · Prüfen und hinzufügen

Prüfen liest den Miner einmal aus und zeigt, was WarpTune sieht. Es wird nichts geschrieben.



Die Prüfung eines BitForge Nano, mit dem Netzteil-Feld und dem Modus vor dem Hinzufügen (Bildschirmfoto mit englischer Oberfläche).

Zeile	Bedeutung
Board	Board-Modell und -Version, die die Firmware meldet.
Chip	Der ASIC-Chiptyp und wie viele es sind, zum Beispiel `BM1370 × 2`.
Firmware	Name und Version der Firmware.
Handpunkt	Der Punkt, mit dem der Miner gerade läuft. WarpTune merkt ihn sich als Obergrenze und Rückkehrpunkt, bevor es zum ersten Mal an den Miner schreibt (Kapitel 7, *Handpunkt*). Dahinter in kleiner Schrift der Werkspunkt, falls die Firmware einen meldet (*ab Werk 525 MHz @ 1150 mV*).
Jetzt	Aktuelle Hashrate, Leistung und Chiptemperatur.
Netzteil	Die Netzteilleistung, mit der WarpTune rechnet, und woher sie kommt: *… W am Miner eingetragen* (WarpAxe hat ein Feld dafür), *… W, das Standard-Netzteil des Boards* (ein bekanntes Board) oder *keine Netzteilleistung bekannt*. Dahinter die Leistungsgrenze des Boards (*Board-Grenze 60 W*).

Pool-Worker	Der Anmeldename am Pool, den der Miner nutzt (adresse.worker). Mit einem gekoppelten dvb-WarpPool findet WarpTune unter diesem Namen die Worker-Zeile des Miners auf dem Pool.

Kann WarpTune das Gerät nicht nutzen, sagt eine rote Zeile warum: *WarpTune kann dieses Gerät nicht nutzen: ….*

Bevor du „Im Simulationsmodus hinzufügen“ drückst

- **Netzteil (W)**: die **Dauerleistung** des Netzteils des Miners in Watt (1 bis 2500). Wo WarpTune das Standard-Netzteil des Boards kennt, ist der Wert schon eingetragen. Schau auf das Etikett deines Netzteils und korrigier den Wert, wenn du ein anderes nutzt. WarpTune hält die Aufnahme bei jedem Schritt nach oben unter 80 % dieses Werts, und die Taktsuche (Kapitel 10) braucht ihn. Wurde die Leistung am Miner selbst eingetragen (WarpAxe: Einstellungen → Netzteil), gibt es das Feld hier nicht: Ändere sie am Miner.
- **Modus**: wie WarpTune diesen Miner fahren soll (Kapitel 9). **Standard (Ausgewogen)** ist ein guter Anfang. **Energie** ist ausgegraut, bis die Einstellungen es zulassen; der Text unter dem Feld sagt warum (Kapitel 9).

Dann klick auf **Im Simulationsmodus hinzufügen**. Die Seite bestätigt: *… hinzugefügt – WarpTune beobachtet ihn im Simulationsmodus.* Neue Miner starten immer im **Simulationsmodus**: WarpTune beobachtet und protokolliert, nichts wird geschrieben. Der Live-Schalter sitzt auf der Gerätekarte.

Das laufende WarpTune beobachtet den neuen Miner sofort; übernehmen musst du nichts. Geh auf **Geräte**, dort siehst du seine Karte.

3 · Pool-Kopplung (optional)

Hier sagst du WarpTune, ob deine Miner auf einem dvb-WarpPool schürfen. Die Karte erklärt: *Einmessen und Spannungsprüfung urteilen nach akzeptierten Shares: aus den eigenen Zählern des Miners auf jedem Pool oder, mit einem dvb-WarpPool, aus dessen Worker-Zeile, die auch Reject-Gründe unterscheidet und das WarpTune-Badge auf deiner Wallet-Seite zeigen kann.*

- **Kein Pool: nach den eigenen Share-Zählern des Miners urteilen, auf jedem Pool.** Die richtige Wahl, wenn deine Miner auf irgendeinem anderen Pool schürfen (oder auf einem dvb-WarpPool, den du nicht koppeln willst). Einmessen, Kurzprüfung, Nachprüfung und Ersparnis-Zeile funktionieren alle; WarpTune liest die angenommenen Shares und ihre Difficulty direkt aus dem Miner.
- **Einen dvb-WarpPool nutzen**: Trag die **Pool-Adresse** ein, beginnend mit `http://` oder `https://`. Beispiele: der öffentliche Pool `https://pool.warppool.org` oder dein eigener Pool in deinem Netz, etwa `http://192.168.1.20:18334`. WarpTune nimmt dann bevorzugt die Worker-Zeile jedes Miners auf dem Pool, die auch Reject-Gründe unterscheidet. Hat ein Miner dort keine Zeile (er schürft woanders, oder die Zeile ist inaktiv), nimmt WarpTune für ihn seine eigenen Zähler.

> **Pool auf Umbrel?** Die Umbrel-App versteckt die Daten des Pools hinter ihrer Anmeldung. Ab Version 1.28.0 bietet der Umbrel-Pool die Daten ohne Anmeldung auf Port `18335` an. Nimm `http://<umbrel-address>:18335` als Pool-Adresse.

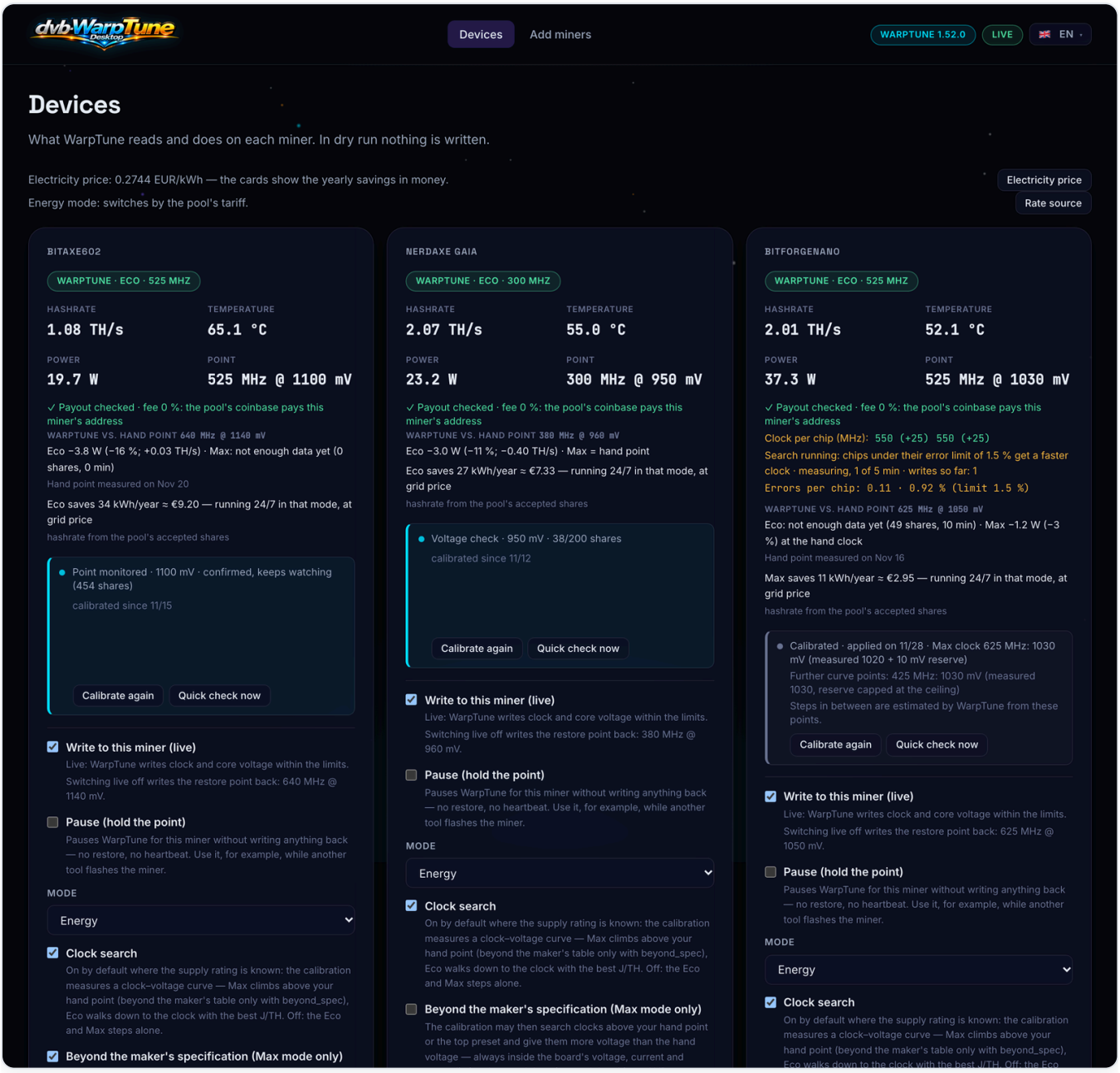
WarpTune-Badge auf meiner Wallet-Seite zeigen ist für einen **öffentlichen** Pool: WarpTune schickt dann alle 30 Sekunden seinen Status an den Pool, und deine Wallet-Seite dort zeigt je Miner ein WarpTune-Badge. Dafür brauchst du einen **Push-Token**, den du auf dem Pool bekommst: deine Wallet-Seite → Eigentümer-Bereich → WarpTune. Füg ihn in das Feld ein. Der Token wird in `warptune.env` neben der

Einstellungsdatei gespeichert (nur für dich lesbar), nicht in der Einstellungsdatei. **Token entfernen** löscht ihn wieder. Vom Pool fließt nichts zurück zu einem Miner.

Klick auf **Pool-Einstellungen speichern**, dann auf der Geräteseite auf **Jetzt übernehmen**. Die Pool-Einstellungen sind global und gehören damit zu den wenigen Änderungen, die das Banner noch brauchen (Kapitel 5).

7 · Die Gerätekarte, Wert für Wert

Die Seite **Geräte** zeigt eine Karte je Miner in deiner Liste: *Was WarpTune an jedem Miner liest und tut. In der Simulation wird nichts geschrieben.* Die Seite aktualisiert sich alle paar Sekunden von selbst.

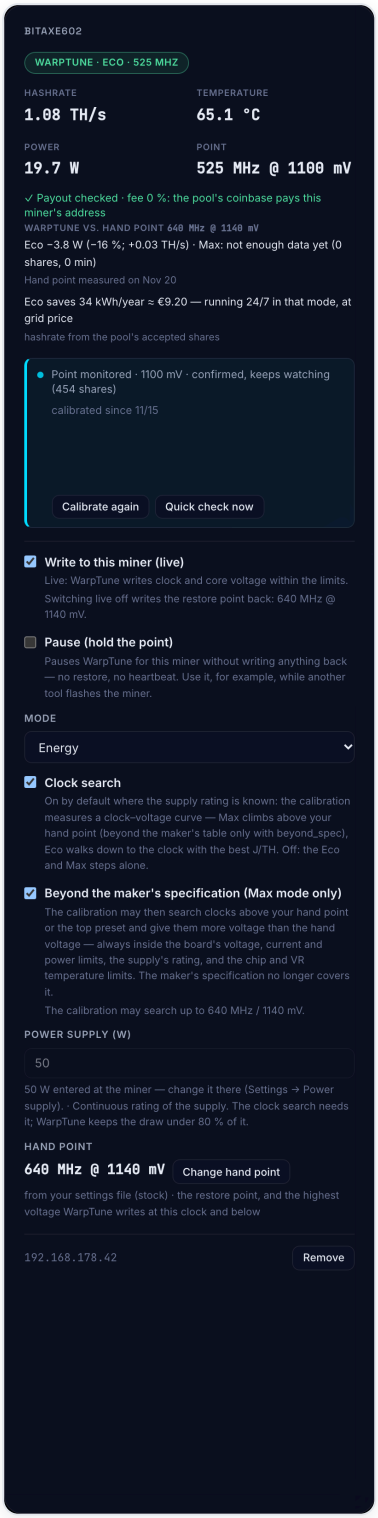


Die Geräteseite (erste Reihe): ein Bitaxe Gamma mit übernommenem Einmess-Ergebnis, ein NerdAxe Gaia mit laufender Spannungsprüfung, ein BitForge Nano mit übernommenem Einmess-Ergebnis und laufender Suche „Takt je Chip“. Alle drei laufen live im Modus Energie, hier wegen des Tarifs in Eco (Bildschirmfoto mit englischer Oberfläche).

Ist kein Pool eingetragen, steht über den Karten *Keine Pool-Kopplung: das Share-Urteil kommt aus den eigenen Zählern des Miners (akzeptierte Shares und ihre Difficulty), egal auf welchem Pool er schürft. Ein dvb-WarpPool ergänzt Reject-Gründe und das Badge auf deiner Wallet-Seite (Miner hinzufügen → Pool).* Das ist ein Hinweis, keine Warnung: Alles auf den Karten funktioniert auch ohne Pool.

Darunter zeigt eine Zeile deinen Strompreis, zum Beispiel *Strompreis: 0,28 EUR/kWh – die Karten zeigen die Jahresersparnis auch in Geld.* Ohne eigenen Eintrag leiht ein gekoppelter dvb-WarpPool, der einen Stromtarif hat, seinen Preis: *Strompreis vom Pool: 0,2744 EUR/kWh – die Karten zeigen die*

Jahresersparnis auch in Geld. Ein eigener Eintrag ersetzt ihn. Gibt es weder das eine noch das andere (zum Beispiel auf `pool.warppool.org`, der keinen Tarif hat), sagt die Zeile *Kein Strompreis eingetragen: die Karten zeigen nur kWh pro Jahr.* Der Knopf **Strompreis** daneben öffnet das Preisformular (Kapitel 11).

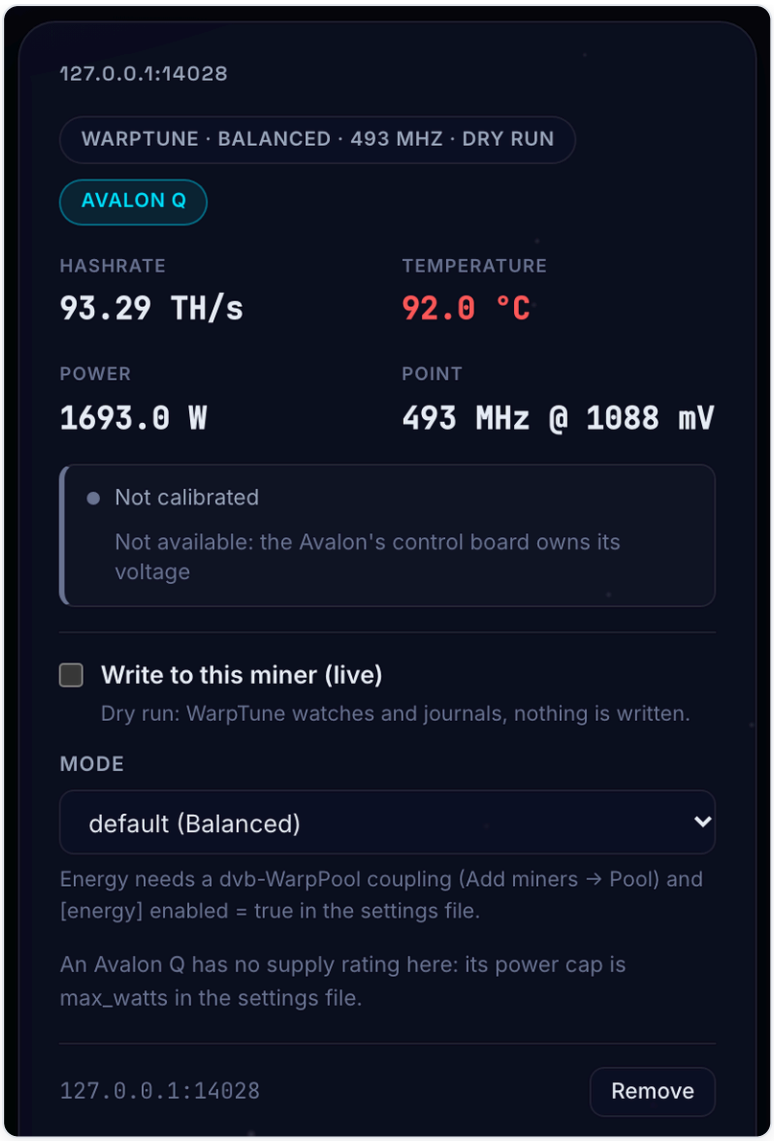


Eine vollständige Karte (Bitaxe Gamma): Name, WarpTune-Badge, die vier Werte, die Ersparnis-Zeile, der Einmess-Block, der Live-Schalter, Pause, Modus, die Schalter der Taktsuche, Netzteil, der Handpunkt mit „Handpunkt ändern“ und die Adresse mit Entfernen.

Titel und Badges

Der Kartentitel ist der Name des Miners (sein Hostname) oder seine Adresse, wenn er keinen Namen meldet. Darunter steht ein Badge:

Badge	Bedeutung
WarpTune · Max · 550 MHz (grün)	WarpTune regelt diesen Miner live. Es zeigt den Modus, in dem er gerade läuft, und den Takt. Im Modus Energie zeigt es den Modus, den Energie gewählt hat (Eco, Ausgewogen oder Max).
WarpTune · … · Simulation (grau)	WarpTune beobachtet diesen Miner, schreibt aber nichts.
… · wartet auf PV-Überschuss	Modus Energie mit Solar: Der Miner wartet, bis der Überschuss die nächste Stufe deckt.
… · pausiert / **gestoppt** / **ausgeschlossen** (gelb)	WarpTune hält an, hat gestoppt oder lässt diesen Miner aus. Der Tooltip sagt warum.
… · pausiert (hält den Punkt) (gelb)	Du hast auf der Karte **Pause (Punkt halten)** angehakt: WarpTune schreibt nichts an diesen Miner und liest weiter (Kapitel 8).
… · Standby (grün)	Ein Avalon Q im Standby durch den Zeitplan, den Energiemodus oder seinen eigenen Timer (v1.46); die Zeile unter dem Chip sagt, bis wann.
… · Standby (rot), Zeile *Standby (Gerätefehler)*	Ein Avalon Q, den WarpTune in Standby geschickt hat, weil der Miner einen Fehler gemeldet hat, oder der sich selbst abgeschaltet hat. Es ist keine Weckzeit gesetzt: Prüf den Miner und weck ihn dann am Gerät (Kapitel 9). Solange der Avalon wegen eines Fehlers nur in Eco gehalten wird, ist das Badge gelb.
… · Pool nicht erreichbar · Chips aus	WarpAxe ab 0.1.42 (und ForgeOS ab 1.8): Der Miner erreicht keinen Pool und hat seine Chips abgeschaltet, bis einer antwortet. WarpTune wartet so lange und beurteilt nichts. Prüf die Pool-Adresse und das Netzwerk.
… · keine Telemetrie (rot)	Der Miner antwortet nicht. Prüf, ob er an ist und noch unter derselben Adresse erreichbar.
… · live aus (rot)	WarpTune hat das Schreiben auf diesen Miner wegen einer Sicherheitsregel gestoppt (zu viele Schreibvorgänge in einer Stunde, ein Schreibvorgang, den der Miner nicht bestätigt hat, zu viele Neustarts des Geräts). Die Karte nennt den Grund. Hast du die Ursache gefunden, drück auf der Karte **Schreiben wieder einschalten** (Kapitel 8); ein Neustart von WarpTune ist nicht nötig.
… · veraltet (grau)	Der letzte Messwert ist alt.
wartet auf den ersten Messwert…	Der Miner wurde gerade gestartet; der erste Messwert ist unterwegs.
läuft nicht: Einstellungen übernehmen	Der Miner steht in der Datei, aber das laufende WarpTune regelt ihn nicht: Eine gespeicherte Änderung auf seiner Karte konnte nicht übernommen werden (die Karte nennt den Grund), oder der Prozess kann nicht neu laden. Drück **Jetzt übernehmen**.
deaktiviert	Der Miner ist in der Einstellungsdatei abgeschaltet (`enabled = false`).
Avalon Q	Dieser Miner ist ein Avalon Q und wird über Arbeitsmodi geregelt.



Eine Avalon Q-Karte (Test-Miner, Simulationsmodus): das Badge Avalon Q, kein Einmessen, kein Netzteil-Feld, keine Taktsuche.

Halte die Maus über das WarpTune-Badge, dann siehst du Details: die **Letzte Entscheidung** mit ihrem Grund (zum Beispiel, warum es gehalten hat oder runtergegangen ist), die Zieltemperatur, den Kernstrom im Vergleich zu seiner Warngrenze und den konfigurierten Modus, wenn er Energie ist.

Die vier Werte

Wert	Bedeutung
Hashrate	Was der Miner gerade meldet. Kleine Miner schwanken stark; beurteile sie über Minuten, nicht Sekunden.
Temperatur	Chiptemperatur in °C. Über 75 °C rot angezeigt.
Leistung	Die Leistung, die der Miner meldet, in Watt.
Punkt	Takt und Kernspannung im Moment, zum Beispiel `550 MHz @ 1100 mV`.

Bei einem Board mit mehreren Chips, das eine Temperatur je Chip meldet (WarpAxe ab 0.1.42), steht unter den Werten eine Zeile mit allen, Chip 1 zuerst: *Chip-Temperaturen: 58,1 °C · 60,4 °C · 59,0 °C · 61,2 °C*. Die Zeile zeigt nur die Messwerte; einstellen kannst du daran nichts.

Die Ersparnis-Zeile

WARPTUNE VS. HANDPUNKT 640 MHz @ 1140 mV, gefolgt von einer kurzen Zeile wie *Eco –5,7 W (–24 %; –0,33 TH/s) · Max –2,6 W (–11 %) beim Handtakt*. Sie vergleicht die Punkte von WarpTune mit deinem Handpunkt. Darunter rechnet eine zweite Zeile die Watt auf ein Jahr hoch, zum Beispiel *Eco spart 50 kWh/Jahr ≈ 13,98 € · Max spart 23 kWh/Jahr ≈ 6,38 € – bei 24/7-Betrieb in diesem Modus, zum Netzpreis*, und eine kleine Zeile nennt, woher die Hashrate kommt. Kapitel 11 erklärt sie. Sie funktioniert mit und ohne Pool.

Warnzeilen

Ein rot umrandeter Kasten erscheint nur, wenn etwas deine Aufmerksamkeit braucht:

- *Chip … Domäne … aus*: Ein Teil eines Chips hat an diesem Punkt aufgehört zu hashen. WarpTune wertet die Spannung dort als zu niedrig. Passiert das immer wieder, sagt dir die Karte, dass du den Miner für ein paar Sekunden am Netzteil ausschalten sollst.
- *Handpunkt ist knapp: … MHz bräuchte … mV, mehr als deine Handspannung*: Bei deinem Handtakt oder darunter hat sich eine Chip-Domäne abgeschaltet, und die Stufe bräuchte mehr als deine Handspannung. WarpTune bleibt dort bei der Handspannung und sperrt eine Stufe unter dem Handtakt für eine Woche. Kommt das wieder, erhöhe die Spannung des Handpunkts am Miner und speichere ihn mit **Handpunkt ändern**.
- *Handpunkt … zieht etwa … W, mehr als die Board-Grenze von … W*: Dein Handpunkt zieht mehr, als die Grenze erlaubt. WarpTune stellt dann stattdessen die höchste Stufe unter der Grenze wieder her.
- *Kernstrom … A nahe der Warngrenze von … A (… %): ab hier kein Schritt mehr nach oben*: Die Leistungsstufe des Chips ist nahe an ihrer Grenze.
- *Kette … neu gestartet …* (WarpAxe-Boards): WarpTune hat die Chips aus- und wieder eingeschaltet, um einen ausgefallenen Chip-Teil zurückzuholen. Höchstens dreimal pro Stunde, nie während eines Einmessens. Schließ die Meldung mit **×**.
- *Lüfterchip fehlt · Chips aus* (WarpAxe 0.1.49): Der Lüfter- und Temperaturchip hat beim Start nicht geantwortet. Die Firmware lässt die Chips aus, bis der Miner neu startet. WarpTune wartet: Es schreibt nichts und schickt weder Chips-an noch einen Neustart. Auch das Badge wird rot (**Lüfterchip fehlt · Chips aus**). Prüf das Lüfterkabel und starte den Miner dann neu.
- *Poolverbindung womöglich umgeleitet*: Der Miner schürft über unverschlüsseltes Stratum V1, und seit zehn Minuten passen Pool und Miner nicht zusammen. Entweder meldet der Miner eine Share-Difficulty, die mindestens viermal so hoch ist wie die zuletzt vom Pool zugewiesene, oder seine Shares werden weiter angenommen, während der Pool keine Verbindung von ihm sieht. So sieht eine umgeleitete Verbindung aus: Ein fremder Server antwortet an Stelle des Pools und zweigt die Arbeit des Miners ab (Braiins hat im November 2026 solche Angriffe gemeldet). Im ersten Fall nennt die Zeile beide Difficultys. Auch das Badge wird rot (**Poolverbindung umgeleitet?**). WarpTune schreibt deswegen nichts auf den Miner. Abhilfe: Stell den Miner auf Stratum V2 oder auf Stratum V1 über TLS um. Nicht geprüft werden Miner, die schon verschlüsselt schürfen, Miner auf ihrem Fallback-Pool, getrennte Miner und Miner mit eingetragenem Fallback-Pool, deren Firmware nicht meldet, ob sie dort schürfen. Änderst du Pool-Adresse, Port oder Benutzer, beginnt der Vergleich von vorn. Die Zeile verschwindet, sobald Difficulty und Verbindung wieder zum Pool passen.
- *Bleibt am Hauptpool* (WarpAxe mit der Prüfung auf unverschlüsselte Pools, ab 0.1.51): Der Hauptpool des Miners ist geschützt (TLS oder Stratum V2), sein Zertifikat wurde aber abgelehnt, und der Fallback-Pool ist unverschlüsselt im Internet. Die Firmware wechselt nicht dorthin, darum bekommen die Chips

derweil keine Arbeit. Auch das Badge wird rot (**bleibt am Hauptpool · Zertifikat abgelehnt**). WarpTune schreibt deswegen nichts auf den Miner. Prüf das Zertifikat des Hauptpools oder seinen gepinnten Schlüssel, oder trag einen verschlüsselten Fallback-Pool ein. Die Zeile verschwindet, sobald der Hauptpool angenommen wird und Arbeit liefert oder du die Pool-Einstellungen speicherst.

- *Unverschlüsselte Verbindung zum Pool im Internet* (gelb; dieselbe Firmware): Der Miner schürft über unverschlüsseltes Stratum V1 bei einem Pool im Internet, ob Haupt- oder Fallback-Pool. Würde die Verbindung umgeleitet, könnte ein fremder Server seine Arbeit abzweigen. Das ist ein Hinweis, kein Befund: Stell den Miner auf Stratum V2 oder auf Stratum V1 über TLS um. Ein Pool im eigenen Netz (private Adresse oder lokaler Name) löst keine Zeile aus. Ältere Firmware meldet beides nicht; dann erscheint keine der beiden Zeilen.
- *Auszahlung fehlt* oder *Gebühr über der Grenze* (WarpAxe 0.1.49, nur bei eingeschalteter Auszahlungsprüfung der Firmware): Der aktuelle Pool hat der Adresse dieses Miners in zwei Blöcken in Folge nichts gezahlt oder mehr Gebühr behalten, als die Grenze erlaubt. Die Zeile zur Gebühr nennt die Gebühr des Pools und die Grenze (Standard bei WarpAxe: 2 %). Die Firmware wechselt selbst auf den anderen Pool oder warnt nur, wenn es keinen gibt. WarpTune zeigt es nur an und schreibt je neuem Fund eine Zeile ins Journal; seine Regelung reagiert nicht darauf. Solange der Pool zahlt, steht stattdessen eine grüne Zeile da: *Auszahlung geprüft · Gebühr … %*.

Spannungsregler neu eingerichtet (WarpAxe 0.1.49): Das ist kein Kasten, sondern der Grund unter **Letzte Entscheidung**: *die Firmware hat den Spannungsregler des Kerns durch Chips aus → an neu eingerichtet …*. Die Firmware hat den Spannungsregler des Kerns neu initialisiert und die Chips aus- und wieder eingeschaltet. WarpTune beginnt die Messung dieses Punkts von vorn und fällt kein Urteil über die Stufe.

Pool nicht erreichbar (WarpAxe ab 0.1.42, ForgeOS ab 1.8): Erreicht der Miner keinen Pool, schaltet die Firmware seine Chips ab, bis ein Pool antwortet. Die Karte zeigt dann die Zeile *Pool nicht erreichbar · Chips aus – der Miner hat seine Chips abgeschaltet, bis ein Pool antwortet; WarpTune wartet so lange und beurteilt nichts*, und das Badge ergänzt **Pool nicht erreichbar · Chips aus**. WarpTune schreibt in dieser Zeit nichts und markiert keine Stufe als schlecht: Ein fehlender Pool sagt nichts über Takt oder Spannung. Prüf die Pool-Adresse am Miner und dein Netzwerk. Antwortet der Pool wieder, startet der Miner seine Chips selbst, und WarpTune macht weiter.

Chipfehler-Grenzen

Jeder Chip verrechnet sich ab und zu. Firmware, die das zählt, meldet eine **Fehlerrate** in Prozent. WarpTune vergleicht sie mit Grenzen, die vom **Chiptyp** abhängen, den die Firmware meldet, denn die Chiptypen unterscheiden sich stark: Ein BM1373 (NerdAxe Gaia, Bitaxe Naja Duo) läuft gesund mit 4–8 %, ein BM1370 (Bitaxe Gamma, NerdQAxe++, NerdOctaxe) unter 1 %.

Chip	Kein Schritt nach oben über	Schritt nach unten über	Einmessen und Takt je Chip: die Fehlergrenze
BM1370	1,5 %	2,5 %	1,5 %
BM1373	7 %	9 %	7 %
jeder andere Chip (BM1366, BM1368, BM1397, unbekannt)	1 %	2 %	1 %

- **Kein Schritt nach oben über:** Solange die Rate der letzten Minute über dieser Linie liegt, geht WarpTune keine Stufe hoch und wertet die Spannung als nicht gut genug.
- **Schritt nach unten über:** Zwei Entscheidungen hintereinander über dieser Linie, und WarpTune geht eine Stufe runter.
- **Die Fehlergrenze** beurteilt jede Spannung eines Einmessens (Kapitel 10) und jeden Chip beim Takt je Chip (unten). Die Karte nennt sie *Grenze*, zum Beispiel *Fehler je Chip: 0,45 · 0,24 · 0,24 · 1,34 % (Grenze 1,5 %)*.

Die Rate zählt erst, wenn ein Punkt eine Minute lang anliegt. Eine Einmess-Zeile wie *bei 950 mV zu viele Chipfehler (4,8 %, jetzt 3,1 %)* heißt: Bei dieser Spannung lag die Rate über der Grenze. Eigene Linien je Miner kannst du in der Einstellungsdatei setzen (`error_up_max_pct`, `error_down_pct`, `calib_error_line_pct`); ohne sie gelten die Linien des Chips.

Der Einmess-Block

Der umrahmte Kasten in der Mitte der Karte zeigt den Stand des Einmessens und seine Knöpfe: **Nicht eingemessen**, den Fortschritt, während es läuft, das Ergebnis oder **Eingemessen · Ergebnis übernommen**. Kapitel 10 erklärt jeden Teil.

Auf diesen Miner schreiben (live)

Das Häkchen **Auf diesen Miner schreiben (live)** ist der Live-Schalter für genau diesen Miner. Der kleine Text darunter nennt den Zustand:

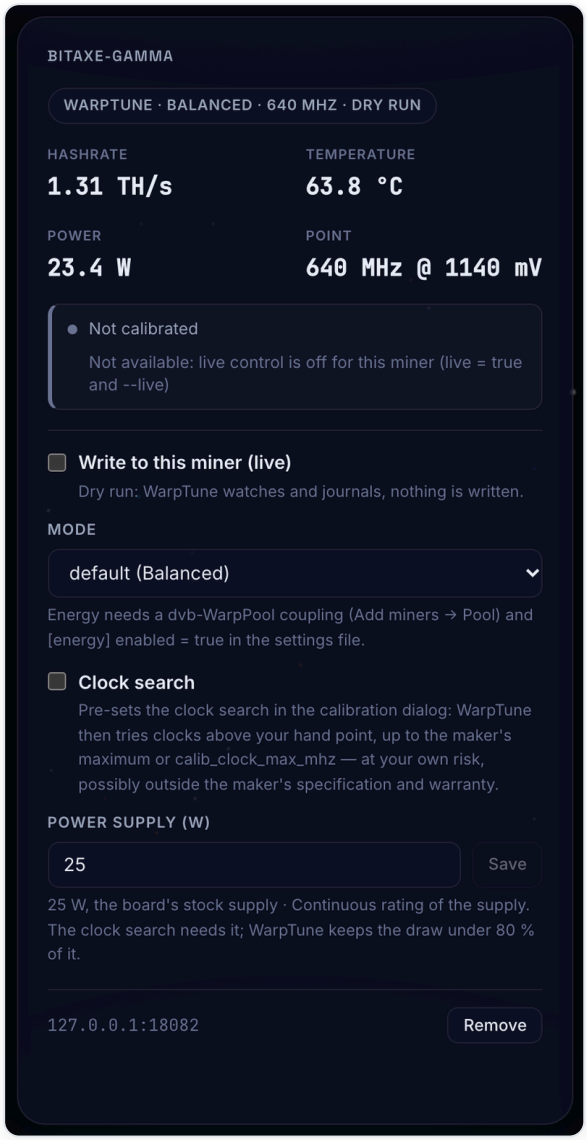
- *Simulation: WarpTune beobachtet und protokolliert, nichts wird geschrieben.*
- *Live nach dem Übernehmen der Einstellungen: WarpTune läuft noch mit den alten.* – du hast den ersten Miner live geschaltet, während der WarpTune-Prozess selbst noch im Simulationsmodus war; der Prozess-Schalter braucht **Jetzt übernehmen**. Ist der Prozess einmal live, wirkt der eigene Live-Schalter eines Miners sofort, und dieser Text erscheint nicht.
- *Live: WarpTune schreibt Takt und Kernspannung innerhalb der Grenzen.* Beim Avalon Q: *Live: WarpTune schaltet den Arbeitsmodus dieses Miners (Eco / Standard / Super) innerhalb der Grenzen um.*
- *WarpTune hat das Schreiben auf diesen Miner von sich aus gestoppt: Der Hinweis auf der Karte nennt den Grund, und der Knopf dort schaltet das Schreiben wieder ein.* – eine Schutzregel hat das Schreiben abgeschaltet (Kapitel 8, Wenn WarpTune selbst aufhört zu schreiben).

Beim Einschalten wird immer erst nachgefragt. Kapitel 8 erklärt den Dialog. Beim Ausschalten (zurück in den Simulationsmodus) wird nicht nachgefragt; es wirkt sofort: Der Miner bekommt seinen Handpunkt zurück und wird ab dann nur noch beobachtet (*Gespeichert – WarpTune hat die Regelung dieses Miners mit den neuen Einstellungen neu gestartet.*).

Modus

Ein Auswahlfeld mit **Standard (Ausgewogen)**, **Eco**, **Ausgewogen**, **Max** und **Energie**. Die Wahl wird sofort gespeichert und wirkt sofort: WarpTune stoppt die Regelung nur dieses Miners und startet sie mit dem neuen Modus neu. Ein Live-Miner wird dabei auf dem Punkt übergeben, auf dem er gerade läuft; dazwischen wird nichts zurückgeschrieben, mit den Ausnahmen in Kapitel 8 (*Wenn WarpTune stoppt*). Die Karte sagt *Gespeichert – WarpTune hat die Regelung dieses Miners mit den neuen Einstellungen neu gestartet.* Die anderen Miner laufen unberührt weiter. Siehe Kapitel 9.

Energie ist ausgegraut, solange die Einstellungen es nicht zulassen. Der Text unter dem Feld sagt dann: *Der Modus Energie braucht eine Kopplung an einen dvb-WarpPool (Miner hinzufügen → Pool) und [energy] enabled = true in der Einstellungsdatei.* Bei einem Miner, der schon im Modus Energie läuft, bleibt die Option wählbar.



Eine Bitaxe-Gamma-Karte im Simulationsmodus (Test-Miner): Energie ist ausgegraut, der Grund steht unter dem Modus; darunter der Schalter Taktsuche.

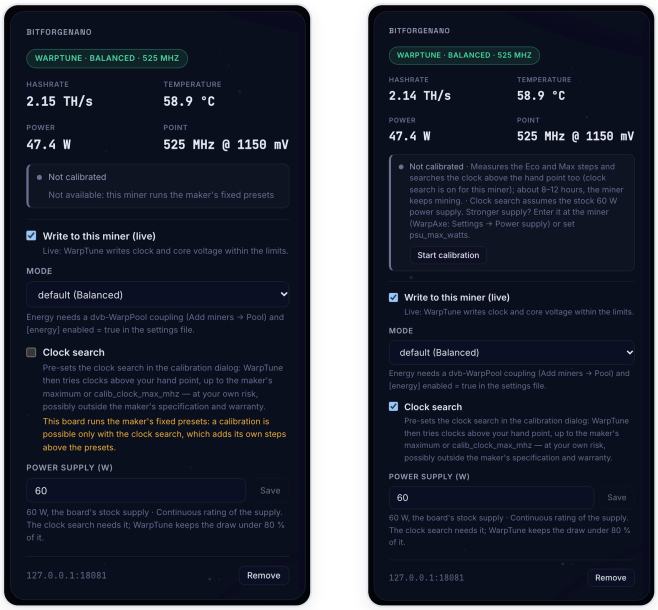
Taktsuche

Das Häkchen **Taktsuche** legt fest, ob ein Einmessen auch den Takt misst, und setzt dasselbe Häkchen im Einmess-Dialog als Vorauswahl (Kapitel 10). Der Text darunter: *Standardmäßig an, sobald die Netzteilleistung bekannt ist: Das Einmessen misst eine Takt-Spannungs-Kurve – Max steigt über deinen Handpunkt (jenseits der Herstellertabelle nur mit beyond_spec), Eco geht hinunter bis zum Takt mit dem besten J/TH. Aus: nur die Eco- und die Max-Stufe.*

- **An** (Standard, sobald WarpTune die Leistung des Netzteils kennt, siehe **Netzteil (W)** unten): Ein Einmessen misst mehrere Takte, jeden mit seiner eigenen niedrigsten Spannung. Eco sucht den Takt mit der wenigsten Energie pro Terahash, Max sucht mehr Hashrate über deinem Handpunkt.
- **Aus**: Ein Einmessen misst nur die Spannung der Eco- und der Max-Stufe, bei den Takten, die sie haben.

Der Schalter allein ändert nichts am Miner; er zählt erst, wenn du ein Einmessen startest. Er wird sofort gespeichert und gilt sofort (die Karte sagt *Gespeichert – WarpTune hat die Regelung dieses Miners mit den neuen Einstellungen neu gestartet.*). In der Einstellungsdatei ist es der Schlüssel `calib_clock`. Ein Avalon Q hat diesen Schalter nicht.

Auf einem Board, das mit den festen Herstellerstufen läuft, dem **BitForge Nano**, ergänzt ein oranger Hinweis: *Dieses Board läuft mit den festen Herstellerstufen: Einmessen geht nur mit der Taktsuche, die oberhalb der Herstellerstufen eigene Stufen hinzufügt.* Setz das Häkchen; dann bietet die Karte **Einmessen starten** an.



BitForge Nano (Test-Miner): links mit ausgeschalteter Taktsuche (Einmessen nicht verfügbar, oranger Hinweis), rechts nach dem Häkchen (Einmessen starten wird angeboten).

Im Max-Modus läuft der Nano mit **625 MHz**, der höchsten WarpAxe-Stufe, und der Spannung aus dem Einmessen (etwa 1050 mV) statt wie unter ForgeOS mit 636 MHz bei 1160 mV (bis ForgeOS 1.8 seine höchste Stufe, seitdem 610 MHz bei 1200 mV). Das sind etwa 2,55 statt der beworbenen 2,6 TH/s (636 → 625 MHz, –1,7 %), bei etwa 11 % weniger Kernstrom als die ForgeOS-Stufe, die direkt an der Warngrenze des Spannungsreglers (TPS546D24A) von 38 A liegt, und mit deutlichem Abstand zu seiner Schutzabschaltung bei 40 A. Ab 90 % dieser Warngrenze (34,2 A Kernstrom) erhöht WarpTune den Takt nicht weiter. Weil 625 MHz zugleich die oberste WarpAxe-Stufe des Nano ist, findet die Taktsuche darüber keinen Spielraum, solange **Jenseits der Herstellerangabe (nur Max-Modus)** aus ist; das Einmessen misst dann die Eco-Kurve und die Spannung der Max-Stufe. Mit diesem Schalter (und einem passenden Netzteil) darf die Max-Kurve über 625 MHz suchen, beim Nano bis 700 MHz.

Takt je Chip

Die Chips eines Boards teilen sich die Kernspannung und normalerweise auch den Takt. Dann bestimmt der schwächste Chip den Punkt für alle, und die stärkeren Chips verschenken ihre Reserve. Ab WarpAxe 0.1.44 kann die Firmware jeden Chip mit eigenem Takt laufen lassen: ein kleiner **Offset** in MHz auf den Takt des Boards (den *Kettentakt*). Die Firmware sucht diese Offsets nicht selbst. Das macht WarpTune, wenn du es einschaltest.

Das Häkchen **Takt je Chip** erscheint nur bei Minern, deren Firmware einen Takt je Chip meldet (WarpAxe ab 0.1.44, ein Board mit mehr als einem Chip). Ein Avalon Q hat es nie. Es ist **standardmäßig aus**. Der Text darunter:

Standardmäßig aus. Eingeschaltet sucht WarpTune am Arbeitspunkt des Miners für jeden Chip den eigenen Takt und schreibt ihn als Offset: In jedem Modus, auch in Eco, laufen Chips mit Reserve bei gleicher Spannung schneller (über den Herstellertakt hinaus nur mit beyond_spec und nur mit bekannter Leistungsgrenze). Eine Suche dauert ein bis zwei Stunden und fährt Chips bis an ihre Fehlergrenze; am Miner eingestellte Offsets werden ersetzt. Auf einem Board mit Chips in Reihe (Bitaxe Naja Duo) läuft kein Chip schneller: Ein Chip über seiner Fehlergrenze bekommt in 5-MHz-Schritten einen langsameren Takt und damit einen größeren Anteil der Spannung.

Wie jeder Schalter auf der Karte wird er sofort gespeichert und gilt sofort. In der Einstellungsdatei steht er als `chip_clock = true`.

> **Ist der Schalter an, gehören die Offsets WarpTune.** Offsets, die du von Hand am Miner eingestellt hast, werden ersetzt. Willst du deine eigenen Offsets behalten, lass den Schalter aus.

So läuft die Suche

- **Gleicher Punkt, schnellere Chips.** Die Regelung lässt Takt und Spannung des Boards, wo sie sind. Gesucht wird nur der höchste Takt, bei dem jeder Chip seine Arbeit noch schafft: Seine Fehlerrate bleibt deutlich unter seiner Fehlergrenze (die Tabelle unter *Chipfehler-Grenzen* oben), und seine eigene Hashrate erreicht mindestens 92 % dessen, was sein Takt bringen sollte. Mehr Hashrate bei gleicher Spannung heißt bessere Effizienz, deshalb läuft das in jedem Modus, auch in Eco.
- **Sie wartet auf einen ruhigen Punkt.** Eine Suche startet erst, wenn der Punkt **30 Minuten** unverändert und ungestört gelaufen ist. Sie stoppt, sobald etwas anderes passiert: ein Einmessen, ein Pool-Ausfall, abgeschaltete Chips, ein Überhitzungsstopp oder eine Pause, ein stummer Chip, eine ausgefallene Chip-Domäne, ein Selbsttest, ein Neustart, ein neuer Punkt. Jedes davon startet die 30 Minuten neu.
- **Runden zu 25 MHz, dann 5 MHz.** Alle Chips, die noch in der Suche sind, gehen gemeinsam, mit einem Schreibvorgang, einen groben Schritt von 25 MHz hoch. Nach 90 Sekunden zum Einschwingen wird jeder Chip 5 bis 10 Minuten lang für sich beurteilt. Ein Chip, dessen Schritt durchfällt, geht diesen Schritt zurück und wartet; die anderen machen weiter. Danach gehen die durchgefallenen Chips in feinen Schritten von 5 MHz weiter, bis knapp unter den Schritt, an dem sie gescheitert sind. Zum Schluss prüft ein weiteres Fenster das ganze Board mit seinen neuen Takten. Eine Suche dauert **ein bis zwei Stunden**.
- **Ein Schritt fällt durch**, wenn die Fehler des Chips nicht deutlich unter seiner Grenze liegen, wenn seine Hashrate zu niedrig ist oder dem schnelleren Takt nicht folgt, oder wenn sich der Chip selbst zurücksetzt (seine Zähler beginnen von vorn, während die der anderen weiterlaufen). Ein Chip, der sich zurücksetzt, geht auf den letzten Offset zurück, den er bestanden hat, und macht keine weiteren Schritte.
- **Obergrenzen.** Kein Chip läuft mehr als **100 MHz über dem Kettentakt** und keiner über dem höchsten Takt des Herstellers. Über den Herstellertakt hinaus nur mit **Jenseits der Herstellerangabe (nur Max-Modus)** und nur im Max-Modus; Ausgewogen und Eco bleiben im Bereich des Herstellers.
- **Platz für jede Erhöhung.** Vor jeder Runde prüft WarpTune: Chip mehr als 2 °C unter seinem Ziel, Spannungsregler unter seiner Grenze, Lüfter höchstens 90 %, eine bekannte Leistungsgrenze mit mindestens 3 % Luft, und ein Netzteil, dessen Eingangsspannung seit Beginn der Suche um höchstens 1,5 % gefallen ist. Ohne bekannte Leistungsgrenze (siehe **Netzteil (W)**) wird kein Chip angehoben. Reicht der Platz nicht, kommen die Chips mit der niedrigsten Fehlerrate zuerst dran; zwei Stunden später geht die Suche für die anderen weiter, wenn wieder Platz ist.
- **Schreibvorgänge.** Die Suche schreibt nur, solange der Miner in der Stunde weniger als acht Schreibvorgänge hatte. So kann sie die Notbremse bei 12 Schreibvorgängen nie auslösen. Auf einen

Miner im Simulationsmodus wird nichts geschrieben.

- **Wenn eine Erhöhung nicht hält.** Muss die Regelung den Takt senken, während Chips schneller laufen, wird das Ergebnis verworfen, und **sechs Stunden** lang bekommt kein Chip einen schnelleren Takt.
- **Ergebnisse werden je Punkt gespeichert** und nach einem Tag erneut geprüft oder sobald sich die Chiptemperatur um 5 °C bewegt hat. Eine Prüfung nimmt nur einen Chip zurück, der abgedriftet ist. Jeder Schreibvorgang des Punkts trägt die Offsets, die genau für diesen Punkt gefunden wurden, oder keine.
- **Ein Einmessen misst immer ohne Offsets.** Beginnt eines, werden die Offsets abgenommen; die Suche wartet, bis es fertig ist.

Boards mit Chips in Reihe

Auf den meisten Boards bekommt jeder Chip die volle Kernspannung (die Chips liegen *parallel*). Auf ein paar Boards liegen die Chips *in Reihe* und teilen sich die Spannung. Dort zieht ein langsamerer Chip Spannung zu sich und nimmt sie den anderen weg; die Suche oben würde dort also schaden. WarpTune lässt sie deshalb nur laufen, wo die Firmware die Chips als parallel meldet.

- **Bitaxe Naja Duo** (zwei BM1373 in Reihe, ein Chip je Spannungsdomäne): Hier **gleicht** WarpTune das Board stattdessen **aus**. Solange beide Chips deutlich unter ihrer Fehlergrenze liegen, wird nichts geschrieben. Nur der eine Chip, der deutlich über seiner Grenze liegt, wird langsamer gestellt, in Schritten von 5 MHz, ein Schreibvorgang je Schritt, nie weiter vom anderen Chip weg, als die Firmware erlaubt (25 MHz, oder 8 % des Takts, wo das weniger ist). Kein Chip läuft schneller als der Kettentakt. Jeder Schritt wird an beiden Chips beurteilt: Der andere Chip muss deutlich unter seiner Grenze bleiben und seine Hashrate erreichen, sonst geht das Board auf den Schritt davor zurück. Die Suche endet bei der kleinsten Verlangsamung, die den Chip unter seine Grenze bringt, nach höchstens fünf Schritten (etwa 30 bis 60 Minuten). Hat sich ein Chip bei einem Schritt selbst zurückgesetzt, läuft auf diesem Miner sechs Stunden lang keine Suche. Ein gemessenes Beispiel (unser Naja Duo bei 550 MHz und 1080 mV, November 2026): Der zweite Chip lief mit etwa 2,7 % Fehlern, der erste mit 0,02 %. Die Suche bremste den zweiten Chip einmal um 5 MHz; seine Fehler fielen auf etwa 1,2 %, unter die Grenze von 1,5 %, die für diesen Miner in der Einstellungsdatei gesetzt ist (`calib_error_line_pct = 1.5` statt der 7 % des BM1373), und die Suche endete dort. Der erste Chip blieb bei 0,02 %. In einem Test von Hand senkte weiteres Bremsen bis –20 MHz seine Fehler auf etwa 0,1 % und sparte etwa 1 W, während die gültige Hashrate des Boards im Rahmen ihrer üblichen Schwankung gleich blieb. Deshalb hört die Suche an der Grenze auf und jagt keinen niedrigeren Fehlerquoten nach.
- **Bitaxe Gamma Hex, NerdQAxe++ Rev 7** und andere Boards mit mehreren Chips je Spannungsdomäne: Sie bleiben unberührt. Die Firmware sagt nicht, welcher Chip in welcher Domäne sitzt. Es wird nichts geschrieben, Offsets, die du am Miner gesetzt hast, bleiben, und die Karte sagt *Auf diesem Board wird nicht gesucht: Die Suche läuft nur, wenn die Firmware meldet, dass die Chips parallel an der Kernspannung liegen oder in Reihe mit einem Chip je Spannungsdomäne*.

Niedrigere Spannung auf einem Board mit Chips in Reihe

Auf einem Board, das WarpTune ausgleicht (dem Bitaxe Naja Duo), geht ein zweiter Schalter einen Schritt weiter: **Niedrigere Spannung auf einem Board mit Chips in Reihe**. Läuft der schwache Chip etwas langsamer, als der Ausgleich es braucht, kommt das ganze Board mit weniger Spannung aus. Gemessen auf unserem Naja Duo bei 550 MHz, je zwei Stunden mit den Shares des Pools (November 2026):

Spannung des Boards, Offsets	Leistung	Chipfehler (Board)	Energie je Hash
1100 mV, keine	88,7 W	0,15 %	11,72 J/TH

1060 mV, zweiter Chip –20 MHz	81,3 W	0,50 %	10,95 J/TH

Das sind etwa 6,6 % weniger Energie je Hash, in beiden Läufen ohne abgelehnten Share. Der Schalter ist standardmäßig aus und braucht **Takt je Chip**; WarpTune Desktop bietet ihn auf einem Board an, das es ausgleicht. Sein Text auf der Seite:

Standardmäßig aus; braucht „Takt je Chip“. Auf einem Board mit Chips in Reihe (Bitaxe Naja Duo) senkt WarpTune nach dem Ausgleich der Chips die Spannung des Boards schrittweise: Erst bekommt der schwächste Chip einen um 10 MHz langsameren Takt, dann sinkt die Spannung um 20 mV, insgesamt höchstens 40 mV unter die Spannung, mit der der Miner vorher lief. Ein Schritt bleibt nur, wenn jeder Chip klar unter 1 % Fehlern bleibt und die Energie je Hash um mindestens 1 % besser wird; sonst gehen Spannung und Takte zurück. Nur in Eco und Ausgewogen. Steigen die Fehler später, geht WarpTune von selbst zurück.

In der Einstellungsdatei heißt er `chip_clock_lower = true`, neben `chip_clock = true`.

- **Wann es losgeht.** Sobald der Ausgleich bei der eingemessenen Spannung dieses Takts sein Ergebnis hat, in Eco oder Ausgewogen. Bei einem Miner, den du nicht eingemessen hast, wird nicht gesucht; miss ihn zuerst ein.
- **Wie es schrittweise vorgeht.** Immer erst der Takt, dann die Spannung: Der Chip mit den meisten Fehlern bekommt 10 MHz weniger, und das Board wird 5 bis 10 Minuten gemessen; dann sinkt die Spannung um 20 mV, und das Board wird erneut gemessen. Höchstens zwei solche Paare, also höchstens 40 mV, in etwa einer Stunde.
- **Was zählt.** Bei der niedrigeren Spannung muss jeder Chip klar unter 1 % Fehlern bleiben und seine Hashrate erreichen, und die Energie je Hash muss mindestens 1 % besser sein als vor dem Paar. Die 1 % sind die eigene Grenze dieser Suche; die Fehlergrenze des Ausgleichs gilt hier nicht.
- **Wenn ein Schritt nicht besteht.** Spannung und Takte gehen zusammen auf das letzte Paar zurück, das bestanden hat, und die Suche endet.
- **Danach.** WarpTune beobachtet weiter. Liegt ein Chip zehn Minuten lang klar über 1 %, geht das Board ein Paar zurück; stellt die Regelung fest, dass der Miner seine Hashrate nicht erreicht, schaltet sich eine Chip-Domäne ab oder misst du neu ein, wird die niedrigere Spannung verworfen, und der Miner läuft wieder mit seiner normalen Spannung. Lag es an den Chips oder am Miner – eine Suche, die so weit ging wie möglich, ein zurückgenommenes Paar, ein Chip, der sich zurückgesetzt hat, ein Paar, dessen Offsets nicht mehr halten, ein Neustart des Miners mitten in einer Suche, eine Spannung, die der Miner nicht annimmt –, gibt es bei diesem Takt einen Tag lang keine neue Suche. Bei jedem anderen Grund (die Regelung verwirft die niedrigere Spannung wie oben, ein Moduswechsel, ein Neustart von WarpTune mitten in einer Suche, ein fehlgeschlagener Schreibvorgang der Takt-Offsets) wartet die nächste Suche zwei Stunden. Verwirft die Regelung zum ersten Mal ein Paar, ersetzen ihre zwei Stunden den Tag der Suche davor; verwirft sie am selben Takt innerhalb eines Tages ein zweites, wartet die nächste Suche einen Tag.
- **Was sich nicht ändert.** Deine eingemessenen Spannungen bleiben, wie sie sind. Die niedrigere Spannung wird getrennt gehalten und gilt nur zusammen mit ihren Takt-Offsets. In Max gilt sie nicht: Dort läuft der Miner mit seiner normalen Spannung. Stellst du den Schalter wieder auf Aus, geht der Miner auf seine normale Spannung zurück, sobald die gespeicherte Änderung seine Regelung neu startet.

Auf einem Board mit Chips in Reihe beginnt die Statuszeile der Karte immer damit, was WarpTune dort tut: *Takt je Chip: Ausgleich*, oder mit diesem Schalter *Takt je Chip: Ausgleich und Spannung senken*; die folgenden Texte stehen dahinter. Auf der Karte lautet die Statuszeile *Suche läuft: niedrigere Spannung für*

das ausgeglichene Board. Erst bekommt der schwächste Chip einen um 10 MHz langsameren Takt, dann sinkt die Spannung des Boards um 20 mV; jeder Chip muss unter 1,0 % Fehlern bleiben, solange gesucht wird, und *Spannung gesenkt auf 1060 mV (statt 1100 mV), 6,6 % weniger Energie je Hash*, sobald ein Paar gilt. Ist der Schalter an, läuft keine Suche und gilt kein Paar, sagt die Zeile, warum nicht: *Niedrigere Spannung: nur in Eco und Ausgewogen* (auch im Modus Energie, solange er noch keinen Modus gewählt hat), *Niedrigere Spannung: braucht die eingemessene Spannung bei diesem Takt – erst den Miner einmessen* oder *Niedrigere Spannung: nächste Suche in etwa 2 h*.

> **Der Schalter ist neu.** Die Zahlen oben sind von Hand gemessen. Auf unserem Naja Duo hat die Suche von sich aus dasselbe Paar gefunden (25. November 2026: 1060 mV, der zweite Chip mit –20 MHz, etwa 6 % weniger Energie je Hash). Danach lief der Miner zwei Stunden auf diesem Paar, ohne dass ein Share abgelehnt wurde. Nach einem harten Neustart von WarpTune blieb das Paar erhalten. Im Modus Max gilt das Paar nicht (normale Spannung); nach dem Zurückwechseln auf Ausgewogen galt es wieder.

Der Block auf der Karte



NerdQAxe++, vier Chips +100/+50/+75/+70 MHz über 590 MHz, Fehler je Chip 0,45/0,24/0,24/1,34 % (Grenze 1,5 %).

Mit eingeschaltetem Schalter zeigt die Karte einen Block mit bis zu drei Zeilen:

- *Takt je Chip (MHz): 690 (+100) · 640 (+50) · 665 (+75) · 660 (+70)*: der Takt jedes Chips, Chip 1 zuerst, und in Klammern sein Offset zum Kettentakt. Ein schnellerer Chip steht in Grün, ein langsamerer in Orange, ein Chip ohne Offset in Grau. Halte die Maus über eine Zahl, dann siehst du, welcher Chip es ist.
- Eine Statuszeile, zum Beispiel:
  - *Suche läuft: Chips unter ihrer Fehlergrenze von 1,5 % bekommen einen schnelleren Takt · Messung, 3 von 5 min · bisher geschrieben: 4* (beim Naja Duo: *Suche läuft: Der Chip über seiner Fehlergrenze von 7,0 % bekommt in kleinen Schritten einen langsameren Takt; der andere Chip wird bei jedem Schritt mitgeprüft*),

- *Das gespeicherte Ergebnis wird gegen die Fehlergrenze von 1,5 % geprüft*: die tägliche Prüfung,
- *Ergebnis vom 24.11., 09:12: 4 schneller, 0 langsamer*: das Ergebnis, das gilt, mit der Zahl der schnelleren und langsameren Chips,
- *Die Suche beginnt, sobald der Arbeitspunkt 30 Minuten unverändert steht (noch 12 min)*,
- *Die Suche wartet, bis das Einmessen fertig ist; es misst ohne Offsets*,
- *Die Suche wartet: Die stündliche Schreibgrenze ist fast erreicht – die restlichen Schreibvorgänge bleiben der Regelung vorbehalten*,
- *Vorerst bekommt kein Chip einen schnelleren Takt: Die Regelung hat zurückgeschaltet, während Chips schneller liefen* (die sechs Stunden Pause),
- *Die Taktsuche je Chip ist aus: Dieser Miner läuft in der Simulation, WarpTune schreibt nichts*.

  Weitere Wartegründe nennen, worauf die Suche wartet: einen stummen Chip oder eine ausgefallene Chip-Domäne, abgeschaltete Chips, einen angehaltenen Miner, keine Arbeit vom Pool, einen Selbsttest.
- *Fehler je Chip: 0,45 · 0,24 · 0,24 · 1,34 % (Grenze 1,5 %)*: die Fehlerrate jedes Chips im letzten Fenster, verglichen mit der Grenze, an der seine Schritte gemessen werden.

Das WarpAxe-Dashboard auf dem Miner zeigt dieselben Offsets und nennt sie als **von WarpTune** gesetzt (WarpAxe ab 0.1.47).

Jenseits der Herstellerangabe (nur Max-Modus)

Normalerweise bleibt WarpTune innerhalb der Herstellerangabe: kein Takt über der höchsten Herstellerstufe und, bei deinem Handtakt und darunter, keine Spannung über deiner Handspannung; eine Herstellerstufe über deinem Handtakt bekommt höchstens die Herstellerspannung dafür. Das Häkchen **Jenseits der Herstellerangabe (nur Max-Modus)** hebt das über deinem Handtakt auf, und zwar **nur für den Max-Modus**. Dein Handtakt und jeder Takt darunter behalten in jedem Fall deine Handspannung als Obergrenze. Das Häkchen ist **standardmäßig aus**; in der Einstellungsdatei ist es der Schlüssel `beyond_spec`. Der Text darunter:

Das Einmessen darf dann Takte über deinem Handpunkt oder der obersten Voreinstellung suchen und ihnen mehr Spannung geben als die Handspannung – immer innerhalb der Spannungs-, Strom- und Leistungsgrenzen des Boards, der Netzteilleistung sowie der Temperaturgrenzen von Chip und Spannungsregler. Die Herstellerangabe deckt das nicht mehr ab.

- Die Max-Kurve eines Einmessens darf über deinen Handpunkt und über die oberste Herstellerstufe steigen, bis zum Herstellermaximum jenseits der Herstellerangabe (zum Beispiel 800 MHz bei einem BM1370-Board, 700 MHz bei einem BitForge Nano), und diesen Takten mehr Spannung geben als deine Handspannung, bis zur höchsten erlaubten Spannung des Boards.
- Alle anderen Grenzen bleiben: Spannungs-, Strom- und Leistungsgrenzen des Boards, 80 % des Netzteils, die Temperaturgrenzen von Chip und Spannungsregler, der Lüfter höchstens bei 90 %.
- So gefundene Takte nutzt nur der Modus **Max**. Ausgewogen und Eco nutzen sie nie. Der Handpunkt selbst wird nie angehoben und bleibt der Rückkehrpunkt.
- Mit **Takt je Chip** dürfen dann im Max-Modus auch einzelne Chips über dem Herstellertakt laufen.

Mit eingeschaltetem Schalter sagt eine Zeile darunter, wie weit das Einmessen gehen darf, zum Beispiel *Das Einmessen darf bis 700 MHz / 1200 mV suchen.*

Das Häkchen lässt sich nur setzen, wenn das Netzteil passt. Sonst ist es ausgegraut, und eine orange Zeile sagt warum:

Die Zeile sagt	Was du tun kannst
Netzteilleistung unbekannt – am Miner eintragen (WarpAxe: Einstellungen → Netzteil) oder psu_max_watts setzen.	Trag die Leistung ein (siehe **Netzteil (W)** unten).
Keine Leistungsgrenze aus einem Hardware-Wert bekannt (Board-Grenze oder Netzteilleistung).	WarpTune kennt weder die Leistungsgrenze des Boards noch die Leistung des Netzteils. Trag die Leistung des Netzteils ein.
Die Leistungsaufnahme am Handpunkt ist noch nicht gemessen: den Miner ein paar Minuten am Handpunkt laufen lassen.	Warte ein paar Minuten, während der Miner am Handpunkt läuft.
Der Handpunkt nutzt das Netzteil schon aus: kein Platz darüber.	Dein Handpunkt zieht schon so viel, wie die Leistungsgrenze für einen Schritt nach oben erlaubt (das Niedrigste aus 90 % der Board-Grenze, 80 % des Netzteils und `max_watts`). Platz schafft nur ein stärkeres Netzteil.

Steht `beyond_spec = true` schon in der Einstellungsdatei, passt das Netzteil aber nicht, ist das Häkchen gesetzt und gesperrt, und die Zeile ergänzt *beyond_spec steht in der Datei: Die Regelung behält ihre Stufen, das Einmessen sucht nichts über dem Handpunkt, bis das Netzteil passt.*

> **Auf eigenes Risiko.** Takte und Spannungen jenseits der Herstellerangabe können außerhalb der Garantie liegen. Sie bedeuten mehr Strom, mehr Wärme und mehr Lüftergeräusch. Die Grenzen von WarpTune verringern das Risiko, beseitigen es aber nicht.

Netzteil (W)

Die Dauerleistung des Netzteils des Miners. Der Text unter dem Feld sagt, woher die Zahl kommt:

Text	Was er bedeutet / was du tun kannst
… W am Miner eingetragen – dort ändern (Einstellungen → Netzteil).	Bei der WarpAxe-Firmware trägst du die Leistung am Miner ein. Das Feld ist hier gesperrt; ändere den Wert am Miner. Eine Änderung dort wird ohne Neustart übernommen.
… W aus den Einstellungen	Die Zahl, die du auf dieser Seite eingetragen hast. Ändere sie und klick auf **Speichern**. Leere das Feld und speichere, um sie zu entfernen.
… W, das Standard-Netzteil des Boards	Eine Annahme nach dem Board-Typ (zum Beispiel 25 W für einen Bitaxe Gamma, 60 W für einen BitForge Nano). Hast du ein anderes Netzteil, trag die echte Leistung ein und klick auf **Speichern**.
keine Netzteilleistung bekannt	Trag sie ein. Ohne Leistungsangabe gibt es keine Taktsuche, und **Jenseits der Herstellerangabe (nur Max-Modus)** bleibt gesperrt.

Speichern bleibt grau, bis du die Zahl änderst. Erlaubt sind 1 bis 2500 W. Beim Avalon Q gibt es kein Feld: *Leistungsgrenze beim Avalon Q: max_watts in der Einstellungsdatei.*

Mehrere Miner an einem Netzteil? Teile seine Leistung so unter ihnen auf, dass die Anteile zusammen nicht mehr ergeben als die Leistung des Netzteils, und trag jeden Anteil bei seinem Miner ein. Beispiel: ein 600-W-Netzteil als 240 W + 150 W + 100 W. WarpTune hält dann jeden Miner unter 80 % seines Anteils.

Netzteil-Prüfung über die Eingangsspannung

Ein zu schwaches Netzteil zeigt sich zuerst an der Eingangsspannung: Sie sinkt unter Last. Darauf achtet WarpTune bei jeder Erhöhung: Max-Stufen, Taktsuche, Einmessen und Takt je Chip.

- Vor der ersten Erhöhung eines Anstiegs merkt sich WarpTune die geglättete Eingangsspannung.
- Fällt der Eingang danach bei eingeschwungenen Messwerten um mehr als 3 % der Nennspannung, geht WarpTune eine Stufe zurück und markiert diese Stufe. Das sind 0,15 V bei 5-V-Boards und 0,36 V bei 12-V-Boards. Dasselbe passiert, wenn nach der Erhöhung die eigene Einbruch-Warnung von WarpAxe angeht.
- Misst WarpAxe einen Einbruch von 6 % oder mehr oder ist seine Einbruch-Warnung an, ist jede Erhöhung gesperrt.
- Beim Takt je Chip gilt eine eigene, strengere Grenze: Ist der Eingang seit Beginn der Suche um 1,5 % der Nennspannung gefallen, hebt WarpTune keinen Chip mehr an.
- Die ersten Messwerte an einem neuen Punkt zählen nicht.
- Die gemerkte Spannung verfällt bei jedem Schritt nach unten, nach einem Neustart, wenn der Miner selbst anhält, am Ende einer Pause, bei einem Moduswechsel und 15 Minuten nach der letzten Erhöhung.

Der Grund unter **Letzte Entscheidung** sagt dann zum Beispiel *Eingangsspannung seit der Erhöhung um … V eingebrochen (… → … V): das Netzteil gibt nach*. Die Prüfung arbeitet mit der einfachen Eingangsspannung jeder Firmware. WarpAxe ab 0.1.45 liefert zusätzlich eigene Einbruch-Werte. Beim Avalon Q liest WarpTune die 12 V, die sein Netzteil meldet.

Handpunkt

Über der Adresse zeigt die Karte deinen Handpunkt, zum Beispiel **Handpunkt 525 MHz @ 1150 mV**, und woher er kommt:

Text	Bedeutung
gemerkt am 2026-10-03, bevor WarpTune zum ersten Mal auf den Miner schrieb	Der Punkt, mit dem der Miner vor dem ersten Schreiben von WarpTune lief. WarpTune behält ihn, auch nach einem Neustart, einem Absturz oder einem Firmware-Update auf demselben Board. Ändern kannst nur du ihn.
der Punkt, auf dem der Miner läuft; WarpTune hat noch nicht auf ihn geschrieben	Der Miner ist noch im Simulationsmodus. Bis WarpTune zum ersten Mal schreibt, nimmt jeder Start den Punkt, mit dem der Miner dann läuft; eine Änderung von Hand vor dem Live-Schalten zählt also.
aus deiner Einstellungsdatei (stock)	Du hast den Handpunkt selbst gesetzt (`stock` in `warptune.toml` oder mit **Handpunkt ändern**). Er gilt immer.

unsicher: übernommen, nachdem WarpTune schon auf den Miner geschrieben hatte – bitte mit „Handpunkt ändern“ bestätigen	Nur nach einem Update von einer älteren Version: Das Journal zeigte den Punkt von vor dem ersten Schreiben nicht. WarpTune behält den Punkt; die Startzeile im Journal nennt ihn und den Rückkehrpunkt des letzten Starts. Prüf ihn und speichere deinen echten Handpunkt mit **Handpunkt ändern**.
die Werkseinstellung des Herstellers; noch kein Punkt gesehen	Der Miner hat beim Start seinen Punkt nicht gemeldet. WarpTune merkt sich nichts und schreibt nichts an ihn, auch nicht beim Stopp, bis er zwei Auslesungen hintereinander einen meldet; dann startet die Regelung dieses Miners neu und nimmt diesen Punkt.

Der Handpunkt ist der Rückkehrpunkt und die höchste Spannung, die WarpTune bei deinem Handtakt und jedem Takt darunter schreibt. Über deinem Handtakt nutzt WarpTune nur die Herstellerstufen mit der Herstellerspannung; mehr nur mit **Jenseits der Herstellerangabe (nur Max-Modus)**. Das gilt für jeden Miner, ob du jemals `stock` gesetzt hast oder nicht. Ein Punkt über deinem Handtakt, der mit diesem Schalter eingemessen wurde, behält seine Spannung nur im Max-Modus: In Eco oder Ausgewogen schreibt WarpTune ihn mit der Herstellerspannung, also in die sichere Richtung; läuft er dort nicht sauber, stuft WarpTune ihn wie gewohnt herunter.

Handpunkt ändern öffnet zwei Felder, Takt (MHz) und Spannung (mV), vorbelegt mit dem geltenden Handpunkt. **Als Handpunkt speichern** schreibt sie als `stock` in die Einstellungsdatei. Solange der Miner im Simulationsmodus ist (ohne Pause) und auf einem anderen Punkt läuft, übernimmt ein zweiter Knopf diesen Punkt: **Punkt des Miners übernehmen (… MHz @ … mV)**, solange WarpTune noch nie an diesen Miner geschrieben hat. Einen Punkt, den WarpTune selbst geschrieben hat, bietet die Karte nie an. Mit einem Handpunkt aus der Einstellungsdatei entfernt **Zurück zum gemerkten Punkt** `stock` wieder; WarpTune behält dein letztes `stock` als gemerkten Punkt, dorthin geht es also zurück. Speichern startet die Regelung dieses Miners neu; sie arbeitet dann mit dem neuen Handpunkt. Ein Live-Miner wird dabei auf dem Punkt übergeben, auf dem er gerade läuft; der alte Handpunkt wird nicht zurückgeschrieben, mit den Ausnahmen in Kapitel 8 (*Wenn WarpTune stoppt*).

WarpTune hält die gemerkten Punkte in `warptune-hand-points.json` neben dem Journal. Ein anderes Board an derselben Adresse fängt mit seinem eigenen Punkt neu an. Läuft der Miner beim Start von WarpTune woanders als auf dem gemerkten Punkt (ein Absturz vor dem Zurückschreiben, eine Änderung von Hand nach dem Live-Schalten), sagt das die Startzeile im Journal, und zurückgeschrieben wird trotzdem der Handpunkt. `check-config` zeigt für jeden Miner den Handpunkt und seine Herkunft.

> **Update von einer älteren Version?** WarpTune nimmt den Punkt des letzten Starts im Journal vor seinem ersten Schreiben seit dem letzten Gerätewechsel (ein Start auf der Werkseinstellung zählt nicht). Eingemessene Spannungen unter deinem Handtakt, die über deiner Handspannung liegen, schreibt WarpTune ab dann mit der Handspannung.

Adresse und Entfernen

Unten zeigt die Karte die Adresse, die WarpTune für den Miner nutzt, und **Entfernen**. Entfernen fragt *Miner … entfernen?* und löscht den Eintrag des Miners aus der Einstellungsdatei. WarpTune regelt ihn sofort nicht mehr; ein Live-Miner bekommt seinen Handpunkt zurück, wenn seine Regelung stoppt. Die anderen Miner laufen unberührt weiter. Das Journal behält den Verlauf des Miners.

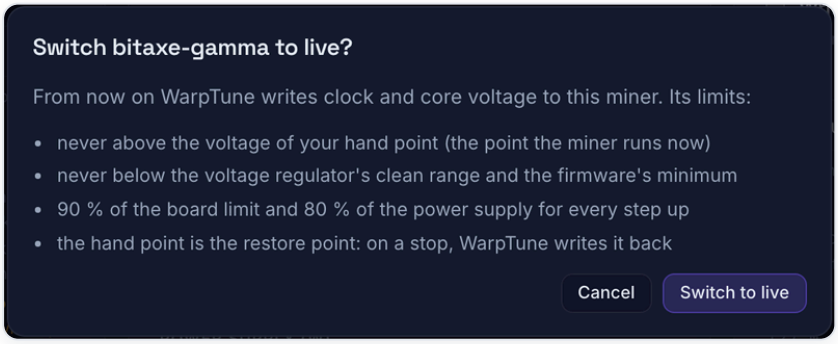
8 · Simulationsmodus und Live schalten

Jeder Miner startet im **Simulationsmodus**. WarpTune liest ihn aus und schreibt jede Entscheidung, die es treffen würde, ins Journal. Nutz diese Zeit, um zu sehen, was WarpTune tun würde – ein paar Stunden oder einen Tag. Halte die Maus über das WarpTune-Badge, dann siehst du die letzte Entscheidung.

Einen Miner live schalten

1. Setz auf seiner Karte das Häkchen bei **Auf diesen Miner schreiben (live)**.
2. Ein Dialog öffnet sich: **… auf live schalten?** Er sagt: *Ab jetzt schreibt WarpTune Takt und Kernspannung auf diesen Miner. Seine Grenzen:*
   - am Handtakt und darunter nie über deine Handspannung (der Punkt, auf dem der Miner lief, bevor WarpTune zum ersten Mal an ihn schrieb, oder `stock` aus der Einstellungsdatei); über dem Handtakt nur die Herstellerstufen mit ihrer Tabellenspannung, mehr nur mit „Jenseits der Herstellerangabe“ im Max-Modus,
   - nie unter den sauberen Arbeitsbereich des Spannungsreglers und das Minimum der Firmware,
   - höchstens 90 % der Board-Grenze und 80 % des Netzteils bei jedem Schritt nach oben,
   - der Handpunkt ist der Rückkehrpunkt: beim Stopp schreibt WarpTune ihn zurück.

   Die erste Zeile gilt für deinen Handtakt und jeden Takt darunter. Eine Stufe der Herstellertabelle über deinem Handtakt darf mit der Herstellerspannung für diese Stufe laufen, und mit eingeschaltetem **Jenseits der Herstellerangabe (nur Max-Modus)** darf ein eingemessener Max-Takt mehr Spannung bekommen als deine Handspannung (Kapitel 7).
3. Ist der WarpTune-Prozess selbst noch im Simulationsmodus, ergänzt der Dialog: *Damit wird auch der WarpTune-Prozess selbst auf live geschaltet ([sidecar] live = true in der Einstellungsdatei).* Sind andere Miner in deiner Datei schon als live markiert, nennt er sie: Sie gehen mit diesem Schritt ebenfalls live.
4. Klick auf **Auf live schalten** (oder **Abbrechen**).
5. Der eigene Schalter des Miners wirkt sofort: WarpTune startet die Regelung dieses Miners mit Live neu, und der Kartentext wechselt zu *Live: WarpTune schreibt Takt und Kernspannung innerhalb der Grenzen.* Nur wenn der Dialog auch den WarpTune-Prozess selbst auf live geschaltet hat, erscheint das Banner: Die Karte sagt dann *Live nach dem Übernehmen der Einstellungen*, bis du **Jetzt übernehmen** drückst. Die Kopfzeile zeigt **LIVE**.

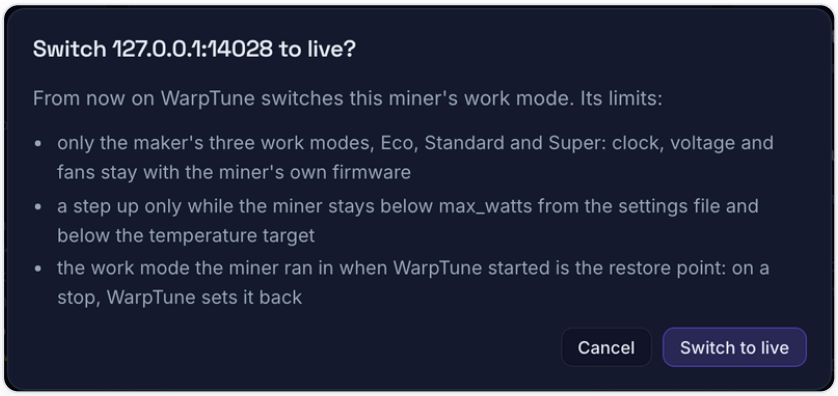


Die Frage, bevor ein Miner live geht (Test-Miner; hier ist der Prozess schon live, deshalb fehlt der zusätzliche Hinweis zum Prozess-Schalter).

Ein Avalon Q geht anders live

Beim Avalon Q nennt der Dialog, was WarpTune dort wirklich tut: *Ab jetzt schaltet WarpTune den Arbeitsmodus dieses Miners um. Seine Grenzen:*

- nur die drei Arbeitsmodi des Herstellers, Eco, Standard und Super: Takt, Spannung und Lüfter regelt weiterhin die eigene Firmware des Miners,
- ein Schritt nach oben nur, solange der Miner unter `max_watts` aus der Einstellungsdatei und unter der Zieltemperatur bleibt,
- der Eco-Arbeitsmodus ist der Rückkehrpunkt, egal in welchem Modus der Miner lief, als WarpTune gestartet wurde: beim Stopp stellt WarpTune Eco ein.



Die Live-Frage bei einem Avalon Q (Test-Miner): nur Arbeitsmodi.

Zwei Schalter, beide nötig

Auf einen Miner wird nur geschrieben, wenn **beide** an sind: der eigene Live-Schalter des Miners und der Prozess-Schalter. Der erste Live-Schalter auf der Seite setzt beide. Schaltest du einen Miner zurück in den Simulationsmodus, bleibt der Prozess live; die anderen Live-Miner laufen weiter.

Zurück in den Simulationsmodus

Nimm das Häkchen bei **Auf diesen Miner schreiben (live)** raus. Der Miner bekommt sofort seinen Handpunkt zurück und wird ab dann nur noch beobachtet; die anderen Miner laufen unberührt weiter.

Welcher Punkt das ist, zeigt dir die Seite vorher: Unter dem Live-Schalter eines Miners im Live-Betrieb steht *Beim Ausschalten von live schreibt WarpTune den Rückkehrpunkt zurück: 800 MHz @ 1250 mV.* Diese Zeile nennt den Handpunkt. Zöge er mehr Leistung als erlaubt oder käme er der Warngrenze des Kernstroms zu nahe, schreibt WarpTune stattdessen die höchste Stufe darunter, die beides einhält, und nennt sie im Journal. Bei manchen Minern ist der Handpunkt der schnellste und heißeste Punkt, den sie haben. Schau dir diese Zeile deshalb an, bevor du ausschaltest. Soll der Miner den Punkt behalten, auf dem er gerade läuft, nimm stattdessen die Pause unten.

Pause (Punkt halten)

Das Häkchen bei **Pause (Punkt halten)** hält WarpTune für diesen einen Miner an, ohne etwas an ihn zu schreiben: kein Rückkehrpunkt (auch nicht, wenn WarpTune stoppt), keine Stufe, keine Einmessung, kein Lüfterziel, kein Gerätebefehl. Den Heartbeat erneuert WarpTune nicht mehr; einen laufenden beendet es einmal, damit die Firmware ihre eigene Regelung zurücknimmt. WarpTune liest den Miner weiter und schreibt weiter ins Journal. Unter dem Häkchen steht dann *Pausiert: WarpTune schreibt nichts an diesen Miner und liest weiter. Beim Ausschalten geht es ohne Rückschreiben zurück zu live oder Simulation.*, und

im Reiter **Geräte** des Pools steht *Von dir pausiert: WarpTune hält den Punkt und schreibt nichts an diesen Miner (kein Rückschreiben, kein Heartbeat); es liest weiter.* Das ist zum Beispiel nützlich, während ein anderes Werkzeug den Miner flasht oder du etwas von Hand an ihm ausprobierst. Die Pause wirkt sofort, ohne dass die Regelung dieses oder eines anderen Miners neu startet. Nimmst du das Häkchen wieder raus, geht der Miner zurück in den Live- oder Simulationsbetrieb wie vorher, ebenfalls ohne Rückschreiben. Die Pause steht in der Konfiguration und bleibt deshalb auch über einen Neustart von WarpTune bestehen, bis du das Häkchen rausnimmst.

Wenn WarpTune stoppt

Bei einem sauberen Stopp schreibt WarpTune den Handpunkt auf jeden Live-Miner zurück und liest ihn zur Bestätigung wieder aus. Das passiert:

- bei jedem **Jetzt übernehmen** (kurz, danach startet es wieder),
- nur für einen Miner, wenn du auf seiner Karte den Live-Schalter ausschaltest oder den Miner entfernst (Kapitel 7): Die Regelung dieses Miners stoppt und schreibt den Handpunkt zurück, falls WarpTune das Gerät verändert hatte,
- unter macOS mit Anmeldeobjekt: beim Abmelden und Herunterfahren,
- unter Windows: beim Abmelden und Herunterfahren,
- unter Linux: wenn der Benutzerdienst stoppt,
- bei einem Update und bei der Deinstallation.

Jede andere Änderung auf der Karte eines Miners schreibt in der Regel nichts zurück. Eine Änderung, die die Regelung dieses Miners neu startet (Modus, Handpunkt, eine Grenze, Netzteil, Taktsuche), übergibt den Miner an die neue Regelung, sofern sein Live-Schalter eingeschaltet bleibt: Sie übernimmt ihn auf dem Punkt, auf dem er gerade läuft, und der Handpunkt wird erst zurückgeschrieben, wenn sie später stoppt. Sofort zurückgeschrieben wird der Handpunkt in drei Fällen: WarpTune hatte von sich aus aufgehört, auf den Miner zu schreiben (nächster Abschnitt); gerade läuft eine Suche für **Takt je Chip** oder die Änderung schaltet **Takt je Chip** aus; oder WarpTune regelt das Gerät mit den neuen Einstellungen nicht mehr. Zeitplan und Pause starten nichts neu: Sie gelten in der laufenden Regelung sofort.

Ein Miner, den du pausiert hast (**Pause (Punkt halten)**), bekommt auch beim Stopp nichts zurückgeschrieben; er behält den Punkt, auf dem er gerade läuft. Zöge der Handpunkt mehr Leistung als erlaubt oder käme er der Warngrenze für den Kernstrom zu nahe, schreibt WarpTune stattdessen die höchste Stufe darunter, die beides einhält, und nennt sie im Journal. Nach einer Übergabe gilt diese Stufe auch für die neue Regelung, bis sie selbst gemessen hat – auch dann, wenn sie schon vor ihrer ersten Messung stoppt. Ist der Miner pausiert, wenn du eine Änderung speicherst, die den Handpunkt sofort zurückschreiben würde, schreibt WarpTune ihn zurück, sobald du die Pause aufhebst.

> **macOS mit „Jetzt nicht“:** Abmelden beendet WarpTune sofort, **ohne** den Handpunkt zurückzuschreiben. Live-Miner bleiben dann auf ihrem letzten Punkt. Für Live-Miner auf einem Mac wähl **Beim Anmelden starten**.

> **Einen Miner von Hand ändern, während WarpTune läuft,** geht. WarpTune sieht den neuen Punkt beim nächsten Auslesen, lässt den Miner sich einpendeln und beurteilt ihn neu. Dein Handpunkt bleibt dabei, wie er ist: Hat WarpTune einmal an den Miner geschrieben, nimmt ein Neustart nicht den Punkt, mit dem er gerade läuft. Willst du einen neuen Handpunkt, setz ihn mit **Handpunkt ändern** auf der Karte (Kapitel 7).

Wenn WarpTune selbst aufhört zu schreiben

Stimmt etwas nicht, schaltet WarpTune das Schreiben auf einen Miner von sich aus ab und beobachtet ihn ab dann nur noch. Die Karte nennt den Grund, zum Beispiel **WarpTune hat das Schreiben auf diesen Miner gestoppt (21.10., 07:36): die Schreib-Notbremse hat ausgelöst – 12 Schreibzugriffe innerhalb einer Stunde**. Mögliche Gründe:

- **Die Schreib-Notbremse hat ausgelöst:** mehr als 12 Schreibzugriffe in einer Stunde. Das schützt vor einem Miner, der hin- und herpendelt. Stellt WarpTune nach einem Neustart des Geräts den alten Punkt wieder her, zählt das nicht mit – bei bis zu drei Neustarts pro Stunde.
- **Zu viele Neustarts des Geräts.**
- **Schreibzugriffe schlugen immer wieder fehl** (der Miner hat nicht geantwortet).
- **Das Gerät hat einen Schreibzugriff nicht übernommen** (es hat geantwortet, läuft aber auf einem anderen Punkt).

Wenn du die Ursache gefunden hast, drück auf der Karte **Schreiben wieder einschalten** und bestätige. Der Zähler beginnt von vorn, ein Neustart von WarpTune ist nicht nötig. Besteht die Ursache noch, stoppt WarpTune erneut.

Der Heartbeat an WarpAxe

WarpAxe kann einen Miner auch selbst regeln. Damit Firmware und WarpTune nicht gegeneinander arbeiten, schickt WarpTune einem WarpAxe-Miner, den es live regelt (bei einem WarpAxe-Build, der das anbietet), etwa alle zwei Minuten einen kurzen **Heartbeat**. Solange der Heartbeat frisch ist, tritt die eigene Regelung der Firmware zurück und überlässt die Regelung WarpTune. Bleiben die Heartbeats aus (WarpTune gestoppt, der Rechner schläft oder ist abgestürzt), **übernimmt die Firmware 10 Minuten nach dem letzten** wieder selbst; ein Miner bleibt also nie ohne Regelung. Verlässt ein Miner den Live-Betrieb (live aus, ein Stopp, der Miner entfernt), beendet WarpTune den Heartbeat sofort. Im Simulationsmodus, an andere Firmware und an einen Avalon Q geht nichts, und der Heartbeat schreibt nichts in den Flash-Speicher des Miners. Ein pausierter Miner (**Pause (Punkt halten)**) bekommt auch keinen Heartbeat.

Selbsttest auf dem Miner (WarpAxe)

WarpAxe kann sich ab v0.1.34 im laufenden Betrieb selbst prüfen. Der Test dauert etwa 80 Sekunden, Takt und Spannung bleiben dabei unverändert. Solange er läuft, zeigt die Karte **Selbsttest läuft auf dem Miner – WarpTune schreibt währenddessen nichts**. WarpTune macht in dieser Zeit keinen Schritt und pausiert ein laufendes Einmessen, damit der Test nicht gestört wird. Danach steht das Ergebnis auf der Karte, zum Beispiel **Letzter Selbsttest 21.10., 10:00: bestanden**.

9 · Die Modi

Der Modus sagt WarpTune, worauf es hinarbeiten soll. Du wählst ihn je Miner, auf der Karte oder beim Hinzufügen. Jeder Modus hält alle Grenzen aus Kapitel 1 ein.

Modus	Was WarpTune tut	Gut für
Standard (Ausgewogen)	Nimmt den Modus, der in der Einstellungsdatei für alle Miner eingestellt ist. Ab Werk ist das Ausgewogen.	Die meisten.
Eco	Zielt auf die niedrigste Energie pro Terahash (J/TH). Es gewichtet die Stufen nach ihrer gemessenen Effizienz und geht nur hoch, wenn die Effizienz nicht schlechter wird. Es hält 2 °C mehr Abstand zur Zieltemperatur.	Niedrigste Stromrechnung, leiserer Lüfter, etwas weniger Hashrate.
Ausgewogen	Hält die Zieltemperatur und nimmt die höchste Stufe, die Temperatur und Leistungsbudget erlauben.	Eine gute Alltagseinstellung.
Max	Wie Ausgewogen. Zusätzlich nutzt es einen höheren Takt, den ein Einmessen mit Taktsuche gefunden hat (Kapitel 10), und nur mit eingeschaltetem **Jenseits der Herstellerangabe (nur Max-Modus)** (Kapitel 7) Takte über der Herstellertabelle.	Die meiste Hashrate innerhalb der Grenzen.
Energie	Wechselt je nach deiner Stromsituation, wie ein dvb-WarpPool sie meldet, zwischen Eco, Ausgewogen und Max: Max bei Solar-Überschuss, Eco bei teurem Strom, sonst Ausgewogen.	Haushalte mit Solar oder einem zeitabhängigen Tarif und einem dvb-WarpPool mit eingerichteter Strom-Seite.

Der Takt kann über deinen Handtakt gehen; die Spannung geht bei deinem Handtakt und darunter nie über deine Handspannung. Hat die Herstellertabelle höhere Taktstufen und lassen Leistung, Temperatur und Strom Luft, dürfen Ausgewogen und Max sie nutzen, jede höchstens mit der Herstellerspannung für diese Stufe. Takte über der Herstellertabelle und mehr Spannung als das gibt es nur in Max mit eingeschaltetem **Jenseits der Herstellerangabe (nur Max-Modus)** (Kapitel 7).

Der Modus Energie im Detail

Der Modus Energie braucht drei Dinge:

1. eine Pool-Adresse unter **Miner hinzufügen → 3 · Pool-Kopplung**,
2. auf diesem Pool muss die **Strom-Ansicht** eingerichtet sein (Tarif und, falls vorhanden, die Solar-Anbindung). WarpTune liest sie über `/api/energy` des Pools,
3. die Zeile `enabled = true` unter `[energy]` in der Einstellungsdatei. **Die Seite hat dafür keinen Schalter**; du musst sie von Hand in `warptune.toml` eintragen:

   ```
   [energy]
   enabled = true
   ```

> **Bis dahin ist Energie ausgegraut.** Auf der Gerätekarte und im Einrichtungsassistenten lässt sich die Option **Energie** nicht wählen, solange die Pool-Adresse oder `[energy] enabled = true` fehlt. Der Text unter dem Feld sagt: *Der Modus Energie braucht eine Kopplung an einen dvb-WarpPool (Miner hinzufügen → Pool) und [energy] enabled = true in der Einstellungsdatei.* Hast du die Zeile ergänzt, lade die Seite neu; dann wird die Option wählbar. Bei einem Miner, der schon im Modus Energie läuft, bleibt die Option wählbar.

So entscheidet Energie mit den Standardeinstellungen:

- **Solar-Überschuss**, vom Pool gemeldet → Max (nur so weit, wie der Überschuss den Miner trägt; eine Stufe, die Netzstrom bräuchte, wird nicht genommen),
- **Strom ab 0,30 €/kWh** → Eco,
- sonst → Ausgewogen,
- mindestens 10 Minuten zwischen zwei Wechseln, damit eine vorbeiziehende Wolke den Miner nicht hin- und herschaltet,
- fallen die Daten des Pools aus, oder bis zum ersten Messwert nach einem Start, → Eco.

Während ein Einmessen läuft, pausiert der Modus Energie; er kommt zurück, wenn das Einmessen endet.

Wie weit ein Miner bei Solar-Überschuss steigt. In Max bei Überschuss darf ein Miner seine aktuelle Leistung plus den Überschuss ziehen, den der Pool meldet, abzüglich einer Reserve: `surplus_reserve_w`, standardmäßig 300 W. Die Reserve verhindert, dass der Schritt nach oben genau den Überschuss aufzehrt, der ihn erlaubt hat. 300 W passen zu einem Miner mit großen Stufen wie einem Avalon Q; ein kleiner Miner, der in Max nur 30–50 W mehr zieht, würde auf sehr viel Überschuss warten. Du kannst die Reserve je Miner in der Einstellungsdatei setzen, zum Beispiel:

```
[[miner]]
host = "192.168.1.41"
surplus_reserve_w = 210
```

Halte sie über dem eigenen Überschuss-Puffer des Pools von 200 W (210–250 W für einen kleinen Miner). Die Seite hat dafür kein Feld; wie jede Änderung in der Datei wirkt sie nach **Jetzt übernehmen**. Solange der Überschuss die nächste Stufe nicht deckt, sagt das Badge **wartet auf PV-Überschuss**.

Tarifquelle: Tarif des Pools oder Energy-Charts

Standardmäßig schaltet der Modus Energie nach dem Tarif des Pools. Er kann auch den Börsenpreis nehmen. Klick auf der Seite **Geräte** unter dem Strompreis auf **Tarifquelle** (den Knopf gibt es, sobald ein Pool gekoppelt ist). Ein kleines Formular öffnet sich:

- **Tarif für den Energiemodus**: **Tarif des Pools** (Standard) oder **Energy-Charts-Börsenpreis (Day-Ahead)**. Energy-Charts ist der öffentliche Day-Ahead-Börsenpreis des Fraunhofer ISE, ein Preis je Viertelstunde. Du brauchst kein Konto. Die nächsten drei Felder erscheinen nur bei Energy-Charts.
- **Gebotszone**: standardmäßig `DE-LU`. Schreib sie genau so wie Energy-Charts, zum Beispiel `IT-North`.
- **Aufschlag je kWh (EUR, brutto)**: deine Netzentgelte, Umlagen und die Marge. Er kommt auf jede kWh drauf.
- **MwSt. auf den Börsenpreis (%)**: die MwSt. auf den Börsenpreis.
- **Speichern**.

Der Tarif ist: Börsenpreis in EUR/MWh ÷ 1000 × (1 + MwSt. %) + Aufschlag je kWh. Beispiel: 100 EUR/MWh mit 19 % MwSt. und 0,15 EUR Aufschlag ergibt 0,1 × 1,19 + 0,15 = 0,269 EUR/kWh. MwSt. und Aufschlag sind 0, bis du sie einträgst. Das Formular schreibt diese Schlüssel unter `[energy]` in die Einstellungsdatei:

```
tariff_source = "energy-charts"
energy_charts_zone = "DE-LU"
spot_vat_pct = 19
spot_surcharge_per_kwh = 0.15
```

Wie jede Änderung an `[energy]` wirkt sie erst nach **Jetzt übernehmen** im Banner. Welcher Tarif zählt:

- Der **Solar-Überschuss** des Pools geht immer vor.
- Ohne Börsenpreis für die aktuelle Viertelstunde gilt der Tarif des Pools.
- Ohne frischen Messwert vom Pool bleibt WarpTune wie bisher auf Eco. Auch Energy-Charts braucht die Pool-Kopplung.

WarpTune holt die Preise im Hintergrund, nur solange der Modus Energie an ist. Nach einem Fehler wartet es vor jedem neuen Versuch länger. Die Zeile neben dem Knopf zeigt den Preis der aktuellen Viertelstunde, zum Beispiel *Energiemodus: Energy-Charts-Börsenpreis DE-LU – jetzt 0,269 EUR/kWh (100 EUR/MWh an der Börse, dazu dein Aufschlag und die MwSt.).* Schlug der Abruf fehl, steht dort *Energiemodus: Der Preis von Energy-Charts DE-LU ließ sich nicht abrufen (…) – solange gilt der Tarif des Pools.*

Avalon Q

Beim Avalon Q entsprechen die Modi seinen Arbeitsmodi: WarpTune wechselt nach denselben Regeln zwischen Eco, Standard und Super. Ein Moduswechsel hat eine Minute, um sich zu zeigen, und drei Minuten, um sich einzupendeln. Die eigene Lüftersteuerung des Avalon bleibt zuständig; seine Sicherheitstemperatur ist 100 °C, weil der Avalon Q bauartbedingt mit 85–95 °C läuft.

Avalon Q: Zeitplan, Standby und Leise-Fenster

Ein Avalon Q kann in **Standby** gehen: das Hashboard schaltet ab, die Lüfter stehen, und die API des Miners antwortet weiter. Ab v1.46 nutzt WarpTune das auf drei Arten, alle auf der Karte des Avalon.

Zeitplan. Zeitplan anlegen auf der Karte öffnet einen Plan mit eigenem Schalter und beliebig vielen Fenstern: an gewählten Wochentagen oder täglich, von einer Anfangs- bis zu einer Endzeit (ein Ende vor oder gleich dem Anfang läuft über Mitternacht), wahlweise nur zwischen zwei Daten (*11-01* bis *02-28* jeden Winter, oder ein volles Datum einmalig). Ein Fenster ist **Aus (Standby)** oder **Leise (Eco + Lüfterdeckel)**. Im Aus-Fenster stellt WarpTune den Eco-Arbeitsmodus ein, schreibt das Fensterende als Weckzeit in den Miner und schickt ihn erst dann in Standby — der Avalon schläft nie ohne seine Weckzeit und wacht von selbst auf, auch wenn WarpTune oder dieser Rechner aus ist; im Schlaf prüft WarpTune, ob der Miner die Weckzeit noch hält, und schreibt sie sonst neu. Ein Fenster kann nicht zur selben Zeit beginnen und enden. Die Karte sagt *Standby bis 06:00 (Zeitplan)*. Weckst du den Miner im Fenster über die Avalon-App, lässt WarpTune ihn bis zum Fensterende wach. Ein Standby, den du selbst am Miner setzt, bleibt unangetastet, bis der Miner aufwacht. Nach dem Aufwachen — durch den eigenen Timer des Miners, durch WarpTune oder durch dich — löscht WarpTune die Standby- und Weckzeiten, die es in den Miner geschrieben hat, und wartet, bis die Hashrate zurück ist (etwa drei Minuten), bevor es das Board wieder beurteilt; die Karte sagt solange *fährt nach Aufwachen oder Start hoch*. Im Leise-Fenster fährt WarpTune Eco und deckelt den Lüfter (Standard 40 %); kommen die Chips bis auf 2 °C ans Ziel, wird der Deckel sofort freigegeben und nach fünf kühlen Minuten wieder gesetzt, und am Ende des Fensters läuft der Lüfter immer wieder automatisch. Der Schalter **Zeitplan an** auf Aus lässt den Plan in der Datei und wendet nichts an. Ein gespeicherter Zeitplan

gilt – wie die beiden Schalter darunter – ab dem nächsten Takt des Avalon; übernehmen musst du nichts, und die Regelung des Miners startet nicht neu.

Standby statt Eco bei Netzstrom. Im Energiemodus, und nur wenn die Stromansicht des Pools eine Solarquelle hat, bietet die Karte den Schalter **Standby statt Eco bei Netzstrom**. Damit geht der Miner in Standby statt in Eco, solange der Pool bei teurem Tarif keinen Solarüberschuss meldet, und wacht auf, sobald der Überschuss zurückkommt und auch den Eco-Verbrauch des Miners selbst noch deckt — frühestens nach 30 Minuten, und danach bleibt er ebenfalls 30 Minuten wach, damit Wolken ihn nicht den ganzen Nachmittag schlafen und wecken. Eine Sicherheits-Weckzeit sechs Stunden voraus wird in den Miner geschrieben und im Schlaf erneuert, damit er nie ewig schläft, falls WarpTune stehen bleibt. Fällt die Stromansicht des Pools aus, weckt ihn das nicht, hält ihn aber auch nicht länger im Schlaf als bis zu dieser Sicherheits-Weckzeit. Ein Aus-Fenster des Zeitplans gewinnt gegen Solarüberschuss; außerhalb der Fenster entscheidet der Energiemodus.

Neustart bei Hänger. Standardmäßig aus; der Schalter auf der Karte schaltet die Funktion pro Miner ein. Ist der Miner wach, antwortet seine API, lebt sein Pool und schickt weiter Arbeit, meldet er aber zehn Minuten lang keine Hashrate, startet WarpTune ihn einmal neu — höchstens einmal pro Stunde und dreimal in 24 Stunden, nie im Standby und nie in den ersten fünfzehn Minuten nach einem Start oder Aufwachen. Ein Ausfall von Pool oder Node ist kein Hänger: Die Karte sagt das, und nichts wird neu gestartet. Die Karte zeigt außerdem die Lüfterdrehzahl in Prozent, die Leistung in Watt und den 12-V-Bus des Netzteils und die Hardware-Fehlerrate des Miners seit dem Start und warnt ab 8 % (nicht in der ersten Stunde nach einem Start). Statt des Vergleichs mit dem Handpunkt (der Handpunkt eines Avalon ist sein Eco-Modus) summiert die Karte, was die Steuerung in den letzten sieben Tagen getan hat: *12 h Super bei PV-Überschuss · 40 h Standby (~1,9 kWh statt ~34 kWh in Eco)* — nur aufgezeichnete Zeit; ein jüngeres Journal sagt, wie viele Stunden oder Tage es abdeckt.

Avalon Q: Fehler, Chips und Netzteil

Wenn der Avalon einen Fehler meldet. Der eigene Controller des Avalon meldet Fehler über sich selbst: Fehlerbits, ein Fehlerwort je Hashboard und einen Fehlercode des Netzteils. WarpTune liest sie und nimmt den Miner zurück, *bevor* er aufhört zu hashen. Eine Meldung zählt, sobald sie in drei Abfragen hintereinander und eine Minute lang ansteht, und nur, solange das Hashboard arbeitet.

- **Lüfter-, Überhitzungs- oder Hashboard-Fehler:** WarpTune stellt sofort den **Eco**-Arbeitsmodus ein und hält ihn, bis der Fehler seit zehn Minuten verschwunden ist. Die Karte sagt *Der Miner meldet einen Fehler (Lüfter): Er wird im Eco-Arbeitsmodus gehalten*, und das Badge wird gelb. Danach: *Der Miner meldet keinen Fehler mehr: Der Eco-Arbeitsmodus wird noch bis 14:20 gehalten*.
- **Nach 15 Minuten in Eco immer noch gemeldet, oder ein Netzteilfehler:** WarpTune schickt den Miner in **Standby, ohne eine Weckzeit zu programmieren**. Aus diesem Standby weckt WarpTune ihn nie, auch nicht nach einem Neustart, durch den Zeitplan oder durch den Modus Energie. Das Badge wird rot, die Zeile darunter sagt *Standby (Gerätefehler)*, und die Karte sagt *Im Standby nach einem Fehler, den der Miner gemeldet hat (Netzteilfehler …). Es ist keine Weckzeit programmiert: Miner prüfen, dann am Gerät wecken.*
- **Der Miner hat sich wegen eines Fehlers selbst abgeschaltet** (Stromversorgung, Hashboard, Überhitzung, Lüfter und so weiter): *Der Miner hat sich selbst abgeschaltet: Chips zu heiß. WarpTune weckt ihn nicht: Miner prüfen, dann am Gerät wecken.* WarpTune lässt ihn in Ruhe und löscht eine Weckzeit, die es früher in den Miner geschrieben hat.

- Eine Einlasstemperatur außerhalb des zulässigen Bereichs zählt erst nach zehn Minuten ohne Unterbrechung und führt nie in Standby. Netzwerk- und Pool-Meldungen werden nur vermerkt: *Der Miner meldet: Pool inaktiv. WarpTune vermerkt das und greift nicht ein.*

Diese Schutzschritte gehen auch dann hinaus, wenn die Schreib-Notbremse ausgelöst hat, aber nur bei einem Live-Miner; im Simulationsmodus sagt die Karte, was WarpTune tun *würde*. Solange ein Fehler Eco hält, schreibt ein Stopp von WarpTune keinen Rückkehrpunkt: Der Miner bleibt in Eco. Halte die Maus über die Zeile, dann siehst du die Regeln vollständig.

Die Chips. Unter der 7-Tage-Zeile hat eine Avalon-Karte einen aufklappbaren Kasten **Chips**, standardmäßig zu. WarpTune liest diese Werte nur; am Miner ändert sich nichts. Die Kopfzeile zeigt immer die Zahlen, zum Beispiel *160 ok*, *0 schwach*, *0 ausgefallen*, und eine Zeile für jeden der ersten beiden schwachen oder ausgefallenen Chips, zum Beispiel *Chip 87 (Strang 3) schwach: 52 % des Mittelwerts in den letzten 3 h, Temperatur und Spannung normal*.

Status	Bedeutung
ok	Der Arbeitszähler des Chips steigt wie der Mittelwert des Boards.
schwach	In den letzten 12 Stunden (oder im bisherigen Verlauf, mindestens 3 Stunden) hat der Chip weniger als 90 % des Mittelwerts geschafft, deutlich mehr als zufällige Streuung. Nur ein Hinweis; WarpTune ändert nichts.
ausgefallen	Der Zähler des Chips stand 30 Minuten still oder stieg in 2 Stunden um weniger als die Hälfte des Mittelwerts. Das wird im Journal vermerkt.
offen	Noch nicht beurteilt: In den ersten 30 Minuten steht ein Chip auf offen. „Schwach“ lässt sich erst nach drei Stunden beurteilen; bis dahin sagt der Kasten *Status wird noch ermittelt: 45 von 180 min gesammelt*. Ein Neustart beginnt den Verlauf von vorn.

Aufgeklappt zeigt der Kasten eine Zeile je **Strang** von Chips in Reihe (beim Avalon Q 160 Chips in 4 Strängen zu 40) mit einem kleinen Quadrat je Chip. Die Knöpfe **Status**, **Temperatur** und **Spannung** färben die Quadrate nach Status, nach Chiptemperatur oder nach Chipspannung (mit dem niedrigsten und höchsten Wert an den Enden der Farbleiste). Zeig auf ein Quadrat oder tipp es an, dann siehst du diesen Chip, zum Beispiel *Chip 87 · schwach · 52 % in 3 h · 63 °C · 283 mV*. Unter dem Raster: Spanne und Mittel der Chiptemperatur (*Chiptemperatur 55–71 °C, Mittel 63,4 °C*), die *Streuung seit Minerstart: 2,9 %* (wie weit die Arbeit der Chips auseinanderliegt, als Standardabweichung in Prozent des Mittelwerts), der schwächste Chip und *Spannung je Strang: S1 11,21 V · S2 11,19 V · …*.

Die Netzteil-Zeile. Die Karte zeigt außerdem das Netzteil, wie der Avalon es meldet: *Netzteil 870 W · Bus 12,1 V · Hashboard 818 W bei 11,9 V / 69 A · Wirkungsgrad 94 %*. Der erste Teil ist die Leistung an der Steckdose und der 12-V-Bus. Wo der Miner es meldet, ist der zweite Teil die eigene Versorgung des Hashboards (Gleichstromleistung, Spannung und Strom) und der **Wirkungsgrad** des Netzteils: Hashboard-Leistung geteilt durch Steckdosenleistung. Im Standby wird nichts angezeigt.

Wartung: der Staubfilter. Unter den Chips hat eine Avalon-Karte einen zweiten aufklappbaren Kasten **Wartung**, standardmäßig zu. Seine erste Zeile ist der Staubfilter, zum Beispiel *Filter: 34 % · Reinigung in etwa 55 Tagen fällig, um den 18.01.2027*. Der Avalon zählt die Minuten seit der letzten Reinigung des Filters, und seine Firmware zeigt ab 83 Tagen ihre Erinnerung „Filter verschmutzt“; das sind 100 %, derselbe Prozentwert, den die Avalon-Family-App als **Filter Clear** anzeigt. Die Zeile wird ab 90 % gelb und ab 100 % rot: *Filter: 102 % · Reinigung fällig – reinigen und in der Avalon-App zurücksetzen*. Aufgeklappt zeigt der

Kasten, vor wie vielen Tagen der Filter zuletzt gereinigt wurde und wann er fällig wird. Der Zähler läuft nur, solange die Firmware des Avalon läuft (auch im Standby), daher ist das Datum nur ungefähr. Nach dem Reinigen den Zähler in der Avalon-Family-App zurücksetzen (**Filter Clear**). WarpTune liest den Zähler nur und setzt ihn nie zurück. Meldet eine Firmware den Zähler nicht, erscheint keine Filterzeile.

Wartung: letzter Start und Fehlerzähler. Unter dem Filter nennt der Kasten, warum der Avalon zuletzt gestartet ist, zum Beispiel *Letzter Start: Einschalten*. Einschalten, ein Neustart über die Weboberfläche oder die API, ein Werksreset und ein Firmware-Update sind normal; jeder andere Grund ist in den ersten 72 Stunden nach dem Start gelb und steht in dieser Zeit auch im geschlossenen Kasten, zum Beispiel *Letzter Start: Steuerplatine hat die Verbindung zum Hashboard verloren*, oder mit einem *(Kernel-Panic)* bzw. *(Reset durch Hardware-Watchdog)* dahinter. Einen Lüfterfehler, den der Avalon meldet, zeigt er rot: *Lüfterfehler gemeldet (FanErr 2)*. Der Hardwarefehler-Zähler und die CRC-Zähler des Hashboards und seiner Verbindung zur Steuerplatine erscheinen erst, wenn sie seit dem ersten Lesen durch WarpTune oder seit dem letzten Start des Avalon gestiegen sind: *Hardwarefehler: +3 seit 24.11.26, 10:00*. Ein Anstieg ist 24 Stunden lang gelb, gerechnet vom letzten Anstieg des Zählers (beim Avalon Q steigt der Hardwarefehler-Zähler etwa alle ein bis zwei Wochen um eins), danach erscheint er nur noch gedämpft im aufgeklappten Kasten; ebenso ein ungewöhnlicher Startgrund nach 72 Stunden. Ein Lüfterfehler bleibt rot, solange der Avalon ihn meldet. Alles Gelbe oder Rote steht auch im geschlossenen Kasten. Das Journal (Zeilen `avalon_log`, einmal je Änderung, nie bei jedem Lesen) hält einen Neustart des Avalon mit seinem Grund fest, jede vom Avalon protokollierte Unterbrechung der Pool-Verbindung mit Beginn, Ende und Dauer (*pool connection lost … (10 s)*), einen geänderten Firmware-Teil, eine geänderte Geräteeinstellung (Display, Solo-Mining, Aktivierung), die Bin-Klasse des Hashboards einmal beim Start von WarpTune und ein Absinken des freien Speichers unter 20 MB.

10 · Einmessen

Beim Einmessen findet WarpTune heraus, wie tief die Kernspannung eines Miners sinken kann, während er noch sauber hasht. Weniger Spannung heißt weniger Strom und weniger Wärme beim selben Takt. Jeder Chip ist anders, deshalb misst WarpTune das an deinem Miner, statt zu raten.

Was du brauchst

- Der Miner läuft **live** (Kapitel 8).
- Eine Firmware, die ihre angenommenen Shares und deren Difficulty meldet (`poolDifficulty`). AxeOS, NerdOS und WarpAxe tun das. Der Miner kann auf **jedem Pool** schürfen: Die angenommenen Shares beurteilen jede Spannung, gelesen aus den eigenen Zählern des Miners oder, mit einer dvb-WarpPool-Kopplung, aus der Worker-Zeile des Pools. **Eine Pool-Kopplung ist nicht nötig.**
- Kein Avalon Q (bei ihm bestimmt das Steuerboard die Spannung).
- Bei einem BitForge Nano, der mit den festen Herstellerstufen läuft: nur mit gesetztem Häkchen **Taktsuche** auf seiner Karte (Kapitel 7). Der Schalter wirkt sofort; übernehmen musst du nichts.
- Ein Board mit Spannungsregler. Auf einem Board ohne (zum Beispiel dem NerdNOS-Board oder einem Devkit, Kapitel 2) sagt die Karte *Nicht verfügbar: dieses Board hat keinen Spannungsregler – WarpTune stellt nur den Takt*.

Fehlt etwas, sagt die Karte *Nicht verfügbar: …* mit dem Grund, zum Beispiel *Nicht verfügbar: live ist für diesen Miner aus (live = true und --live)* oder *Nicht verfügbar: die Firmware meldet keine Share-Difficulty, also gibt es kein Share-Urteil (eine dvb-WarpPool-Kopplung liefert eins)*.

Woher das Share-Urteil kommt

Der Einmess-Dialog nennt die Quelle der Shares in einer Zeile:

Der Dialog sagt	Bedeutung
Share-Urteil: die Worker-Zeile des gekoppelten Pools	Ein dvb-WarpPool ist gekoppelt und hat eine Zeile für diesen Miner. Der Pool unterscheidet Rejects (veraltet, zu niedrige Difficulty) bei jeder Firmware.
Share-Urteil: die eigenen Zähler des Miners (akzeptierte Shares × Difficulty), egal auf welchem Pool er schürft	Keine Pool-Zeile: WarpTune zählt die Shares, die der Miner selbst meldet, jeden mit der Difficulty, die gerade gilt. Die Firmware nennt ihre Reject-Gründe.
Share-Urteil: die eigenen Zähler des Miners; diese Firmware nennt keine Reject-Gründe, darum zählt jeder Reject und das Reject-Fenster ist größer	Zum Beispiel NerdOS. WarpTune wertet jeden Reject als Zeichen für eine zu niedrige Spannung und beurteilt Rejects über 150 statt 40 Shares. Das ist die vorsichtige Seite: Im Zweifel bleibt die Spannung höher.

Grenzen, Share-Zahlen und Reserven sind bei allen drei Quellen gleich.

Eine hohe Pool-Difficulty bremst das Einmessen. Jedes Urteil wartet auf seine Shares. Auf einem Pool mit hoher fester Difficulty findet ein kleiner Miner nur ab und zu einen Share. Können die Shares nicht innerhalb der Zeitgrenze der Stufe zusammenkommen, lehnt WarpTune den Start ab und nennt die Zahlen, zum Beispiel *Start abgelehnt …: die Shares kommen zu langsam, um innerhalb des Timeouts der Stufe ein Urteil zu fällen (difficulty 65536 at 1200 GH/s: 400 shares take 26.1 h, the stage's timeout is 4.0 h); eine niedrigere Pool-Difficulty oder eine dvb-WarpPool-Kopplung hilft*. Die Zahlen in der Klammer stehen auf Englisch. Pools mit variabler Difficulty (die meisten Solo-Pools, jeder dvb-WarpPool) passen sie an den Miner an; dort kommt das selten vor.

So läuft ein volles Einmessen ab

Ein Einmessen misst **Stufen**, eine nach der anderen. Jede Stufe ist ein Takt, und sie findet die niedrigste Kernspannung, bei der dieser Takt noch sauber läuft. Welche Takte gemessen werden, hängt vom Schalter **Taktsuche** ab (Kapitel 7):

- **Taktsuche an** (Standard, wo die Leistung des Netzteils bekannt ist): Die Stufen bilden eine **Takt-Spannungs-Kurve**. Die Eco-Kurve geht vom Eco-Takt hinunter bis zum Takt mit der besten Energie pro Terahash (J/TH); die Max-Kurve steigt von deinem Handpunkt aus nach oben. Beides erklärt *Die Taktsuche: eine Takt-Spannungs-Kurve* unten.
- **Taktsuche aus**: nur zwei Stufen, die **Eco-Stufe** des Miners und seine **Max-Stufe** (die oberste Stufe, meist dein Handpunkt).

Jede Stufe läuft so ab:

1. **Stufe halten.** WarpTune hält den Miner auf dem Takt der Stufe. Sicherheitsschritte (Hitze, Strom, ein ausgefallener Chip) passieren trotzdem und beenden die Stufe.
2. **Referenz.** WarpTune beurteilt zuerst die Ausgangsspannung anhand von **200 angenommenen Shares**. Das ist das „Vorher“ für den Vergleich: Hashrate, Watt, Effizienz. Reicht schon die Referenz nicht, gibt die Stufe nicht auf: Sie sucht in 10-mV-Schritten **nach oben** bis zur ersten stabilen Spannung. Bei deinem Handtakt und darunter steigt sie höchstens bis zu deiner Handspannung, über deinem Handtakt höchstens bis zur Herstellerspannung für diese Stufe, mit **Jenseits der Herstellerangabe (nur Max-Modus)** bis zur höchsten Spannung des Boards. **Dein Handpunkt selbst wird nie angehoben.** Reicht der Handpunkt nicht, sagt die Karte das (siehe *Das Ergebnis*).
3. **Suche.** Dann senkt es die Spannung jeweils um 10 mV. Jede Spannung wird anhand von 200 Shares beurteilt. Ein knappes Ergebnis wird in einem zweiten Fenster bestätigt (insgesamt 400 Shares). Die Chipfehlerzähler zählen ebenfalls: Eine Spannung, deren Fehlerrate über der Fehlergrenze des Chips liegt (Kapitel 7, *Chipfehler-Grenzen*), fällt durch, auch wenn die Shares stimmen. Die Suche geht nach unten **bis zur ersten Spannung, die durchfällt**, egal wie viele Schritte das sind, und nie unter das Minimum des Chips oder den sauberen Arbeitsbereich des Spannungsreglers.
4. **Bestätigung.** Die gefundene Spannung bekommt noch ein volles Share-Urteil mit neuen Shares, bevor sie zählt. Ein einzelnes gutes Fenster kann Glück sein.
5. **Ergebnis.** Das Ergebnis ist die niedrigste Spannung, die oberhalb der höchsten durchgefallenen Spannung gut war. Wo Chipfehler mehr Hashrate kosten, als die niedrigere Spannung spart, wählt WarpTune stattdessen die Spannung mit der meisten Hashrate pro Watt und sagt das auch.

Der Miner schürft die ganze Zeit weiter. Wie lange ein Einmessen dauert, hängt von der Zahl der Takte ab und davon, wie schnell der Miner Shares findet: Der Dialog zeigt dir vor dem Start die **voraussichtliche Dauer** (zum Beispiel *Voraussichtliche Dauer: etwa 6 h bis 11 h.*). Jeder Schritt hat seine eigene Zeitgrenze

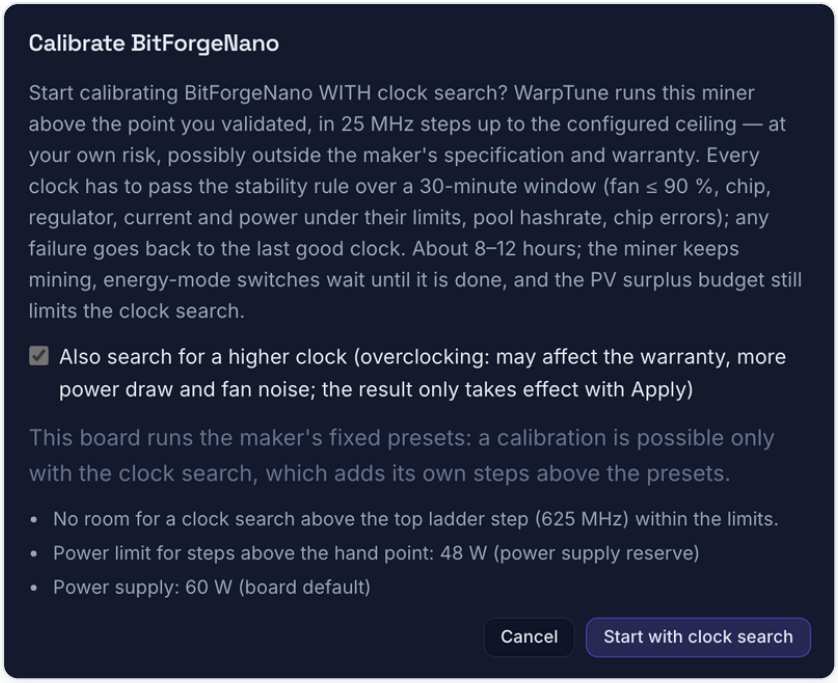
von 4 Stunden (die Einstellung `calib_timeout_s`): Ein Takt, den der Miner nicht erreicht, oder eine Spannung, die in dieser Zeit kein Urteil bekommt, beendet die Stufe. Die Grenze beginnt mit jedem Urteil neu, deshalb braucht eine lange Kurve keine längere Grenze.

Starten

Klick im Einmess-Block auf **Einmessen starten** (nach einem früheren Ergebnis: **Erneut einmessen**). Neben dem Knopf steht, was gemessen wird. Mit Taktsuche: *Misst die Eco- und die Max-Kurve – Takt und Spannung zusammen, jeder Takt bis zu seinem ersten Fehler; der Dialog zeigt die voraussichtliche Dauer; der Miner schürft weiter.* Ohne: *Misst die Eco- und die Max-Stufe nacheinander, bis zum ersten Fehler; der Dialog zeigt die voraussichtliche Dauer; der Miner schürft weiter.* Ein Dialog öffnet sich mit dem Titel **… einmessen**:

- Ein kurzer Text, was passieren wird; der Modus Energie pausiert so lange.
- Das Häkchen **Auch den Takt suchen: Max steigt über den Handpunkt (jenseits der Herstellertabelle nur mit beyond_spec), Eco geht hinunter bis zum Takt mit dem besten J/TH – jeder Takt mit seiner eigenen Mindestspannung. Das Ergebnis gilt erst mit Übernehmen.**
- Eine Zeile, wo Max endet und was diese Grenze setzt, zum Beispiel *Max wird bis 640 MHz / 1140 mV gesucht – Grenze: ladder_cap_mhz und voltage_max_mv in den Miner-Einstellungen.* Andere Grenzen, die sie nennen kann: *die oberste Herstellerstufe; darüber nur mit „Jenseits der Herstellerangabe“*, *das Herstellermaximum jenseits der Herstellerangabe*, *calib_clock_max_mhz in den Miner-Einstellungen* oder *die Netzteil- bzw. Board-Leistung (beyond_spec ist gesetzt, aber das Netzteil passt nicht)*.
- Mit eingeschaltetem **Jenseits der Herstellerangabe (nur Max-Modus)**: *Jenseits der Herstellerangabe: Takte bis 700 MHz, Spannung bis 1200 mV.*
- Die voraussichtliche Dauer, zum Beispiel *Voraussichtliche Dauer: etwa 6 h bis 11 h.* Das ist die kürzeste und die längste Zeit, die der Plan bei der aktuellen Share-Rate des Miners brauchen kann.
- Die Leistungsgrenze für Schritte über dem Handpunkt (*Leistungsgrenze für Schritte über dem Handpunkt: … W (…)*), die Leistung des Netzteils (*Netzteil: … W (…)*), jeweils mit ihrer Quelle, und die Quelle der Shares.
- **Abbrechen** und **Einmessen starten** (mit gesetztem Häkchen: **Mit Taktsuche starten**).

Das Häkchen ist vorab gesetzt, wenn der Schalter **Taktsuche** auf der Karte an ist. Bei einem **BitForge Nano** (feste Herstellerstufen) ist es gesetzt und **gesperrt**, mit dem Hinweis *Dieses Board läuft mit den festen Herstellerstufen: Einmessen geht nur mit der Taktsuche, die oberhalb der Herstellerstufen eigene Stufen hinzufügt.* Ohne bekannte Netzteilleistung ist es aus und ausgegraut, mit dem Hinweis *Keine Nennleistung des Netzteils bekannt: am Miner eintragen (WarpAxe: Einstellungen → Netzteil) oder psu_max_watts setzen – dann sucht WarpTune auch nach oben.* Nimmt WarpTune das Serien-Netzteil des Boards an, ergänzt die Karte *Die Taktsuche nimmt das Serien-Netzteil mit 25 W an. Stärkeres Netzteil? Am Miner eintragen (WarpAxe: Einstellungen → Netzteil) oder psu_max_watts setzen.*



Der Einmess-Dialog eines BitForge Nano (Test-Miner): Taktsuche angehakt und gesperrt, der Hinweis zu den Herstellerstufen und die Zeilen für Obergrenze, Leistungsgrenze und Netzteil. Hier sitzt der Test-Miner schon an seiner Leistungsgrenze, deshalb meldet der Dialog keinen Platz für einen höheren Takt.

Die Taktsuche: eine Takt-Spannungs-Kurve

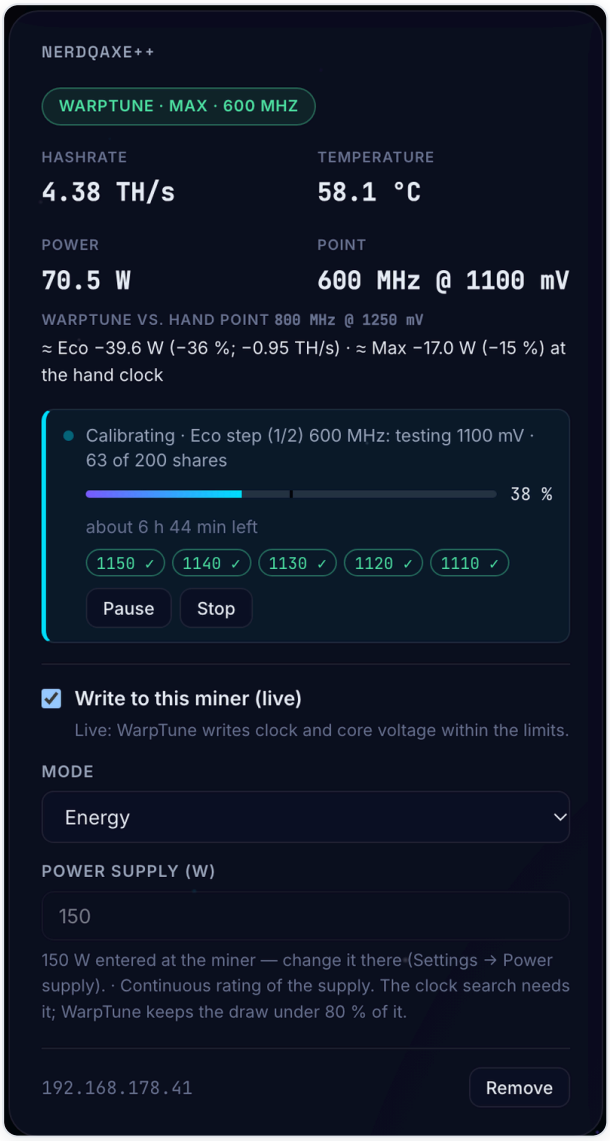
Mit eingeschalteter Taktsuche misst ein Einmessen mehr als zwei Punkte. Jeder Takt bekommt seine eigene niedrigste Spannung, und zusammen ergeben sie eine Kurve.

- **Eco geht hinunter.** Nach dem Eco-Takt wird der nächstniedrigere Takt der Leiter gemessen, ab der Spannung, die der letzte Takt gefunden hat, und nach unten bis zu seinem ersten Fehler. Das geht weiter, solange die Energie pro Terahash (J/TH) besser wird. Es endet, wenn zwei Takte hintereinander kein besseres J/TH bringen, wenn die Spannung ihre Untergrenze erreicht, beim niedrigsten Takt der Leiter oder drei Takte (75 MHz) unter dem Start, damit ein Einmessen unter einem Tag bleibt. Der Takt mit dem besten gemessenen J/TH wird der **Eco-Takt**. Bei einem Miner, der noch nie eingemessen wurde, beginnt die Eco-Kurve bei deinem Handtakt; jedes erste Einmessen misst also Eco und Max.
- **Max steigt hinauf.** Nach deinem Handpunkt wird der nächste Takt darüber gemessen, in 25-MHz-Schritten. Er beginnt bei der zuletzt gefundenen Spannung, und die wird so weit angehoben, wie er braucht. Der Anstieg endet an der ersten Grenze, an die der Takt stößt, während er beobachtet wird: die Spannungsobergrenze, die Temperatur von Chip oder Spannungsregler, der Kernstrom, die Leistungsgrenze, 80 % der Netzteilleistung, der Lüfter über 90 %, zu wenige gute Shares oder zu viele Chipfehler. **Ohne Jenseits der Herstellerangabe (nur Max-Modus)** endet die Max-Kurve an der obersten Herstellerstufe, und kein Takt bekommt mehr als die Herstellerspannung dafür. **Mit** dem Schalter (und einem passenden Netzteil) darf sie weiter bis zum Herstellermaximum jenseits der Herstellerangabe gehen, mit mehr Spannung als deine Handspannung (Kapitel 7). Der höchste Takt, der besteht, wird der **Max-Takt**.
- **Dazwischen.** Taktstufen zwischen zwei gemessenen Takten bekommen eine Spannung, die WarpTune aus ihren Nachbarn schätzt: nie über der Spannung des höheren Nachbarn.

Eine Taktsuche hebt deinen Handpunkt selbst nie an; er bleibt der Rückkehrpunkt. Die Kurzprüfung (unten) sucht nie den Takt.

Übertakten geschieht auf eigenes Risiko. Ein Takt über dem Punkt, den du geprüft hast, kann außerhalb der Spezifikation und der Garantie liegen; mit **Jenseits der Herstellerangabe (nur Max-Modus)** liegt er sicher außerhalb der Herstellerangabe. Er bedeutet mehr Strom und mehr Lüftergeräusch. Ohne bekannte Netzteilleistung ist das Häkchen aus und ausgegraut, und der Dialog sagt, wo du sie einträgst.

Während es läuft



Ein laufendes Einmessen auf einem NerdQAxe++: Stufe, getestete Spannung, gezählte Shares, Fortschritt, Restzeit, die bisher beurteilten Spannungen, Pausieren und Abbrechen.

Der Block zeigt zum Beispiel: *Einmessen läuft · Eco-Stufe (1/5) 600 MHz: teste 1100 mV · 63 von 200 Shares*.

- Die **Stufe** und ihre Nummer (1/5: der erste von fünf Takten), den Takt, die getestete Spannung und die Shares, die für das Urteil gezählt sind. Mit Taktsuche kann die Zahl der Stufen während des Einmessens wachsen, wenn die Kurve den nächsten Takt dazunimmt.
- Während eine gefundene Spannung bestätigt wird: *Einmessen läuft · Max-Stufe (2/5) 640 MHz: bestätige 1080 mV · 120 von 200 neuen Shares*. Es zählen nur Shares, die nach dem Beginn der Bestätigung ankommen.
- Einen **Fortschrittsbalken** mit Prozentwert und *noch etwa …*.

- Kleine Marken für jede bisher beurteilte Spannung: `1150 ✓` = gut, ein Kreuz = nicht gut genug.
- *Knapp – ein zweites Fenster bestätigt das Urteil (400 Shares insgesamt)*, wenn ein Urteil mehr Shares braucht.
- Ein Einmessen, das mit einer älteren Version (vor v1.48) gestartet wurde, zeigt eventuell noch seine Taktstufe: *teste … MHz bei … mV, 30 min lang* und die bisher gesehenen Höchstwerte (Lüfter, Chip, Spannungsregler, Leistung). Es läuft zu Ende, wie es geplant war.

Knöpfe:

- **Pausieren**: WarpTune regelt den Miner wieder normal weiter (*Einmessen pausiert · WarpTune regelt den Miner normal weiter*). **Fortsetzen** startet die Referenz der offenen Stufe neu.
- **Abbrechen** fragt zuerst: *Einmessen von … abbrechen? Der Miner geht auf seine Handspannung zurück. Fertige Stufen behalten ihr Ergebnis, die Karte des Miners bietet dann Übernehmen / Verwerfen an; die laufende Stufe geht verloren.* Das beendet das Einmessen und setzt den Miner auf seine Handspannung zurück. **Schon fertige Stufen behalten ihr Ergebnis**: Die Karte zeigt es mit *Vorzeitig abgebrochen (…) · das Ergebnis der fertigen Stufen kann trotzdem übernommen werden; nicht erreichte Stufen stehen ohne Ergebnis da* und bietet Übernehmen / Verwerfen an. Ein Abbruch, bevor eine Stufe fertig war, hinterlässt nichts zum Übernehmen.

Ein Einmessen übersteht einen Neustart von WarpTune: Es macht da weiter, wo es war. Startet WarpTune mit ausgeschalteter Live-Steuerung neu, wird das Einmessen abgebrochen.

Das Ergebnis

Wenn alle Stufen durch sind, kehrt der Miner zu seiner Ausgangsspannung zurück, und der Block sagt *Einmessen fertig · Ergebnis übernehmen?*. Jede Stufe bekommt eine Zeile:



Ein Ergebnis (hier schon übernommen) auf einem Bitaxe Gamma: Eco-Stufe und Max-Stufe, jeweils mit Spannungen, Leistung und Hashrate im Vergleich zur Referenz.

Teil	Beispiel	Bedeutung
Stufe und Takt	**Eco-Takt 525 MHz**	Welcher Takt gemessen wurde. Mit Taktsuche heißt die Stufe, die zum Eco-Takt wurde, **Eco-Takt**, die zum Max-Takt wurde, **Max-Takt**, ein Takt, der beides ist, **Eco- und Max-Takt**, und jeder andere gemessene Takt **Kurvenpunkt**. Ohne Taktsuche, und bei einer Stufe ohne Ergebnis, heißen die Zeilen weiter **Eco-Stufe** / **Max-Stufe**.
Spannungen	`1030 → 1020 mV`	Die Ausgangsspannung (Referenz) → die Spannung, mit der der Miner nach dem Übernehmen läuft.
Gefunden + Reserve	*gefunden 1000 mV + 20 mV Reserve*	Die niedrigste gute Spannung plus eine Sicherheitsreserve von 20 mV für einen wärmeren Tag. Die Reserve geht nie über die Referenz der Stufe hinaus (*Reserve auf die Ausgangsspannung gedeckelt*). Eine Spannung, die durch die Suche *nach oben* gefunden wurde (die Referenz reichte nicht), wird stattdessen an der Obergrenze der Stufe gedeckelt.
Wie die Untergrenze gefunden wurde	*Untergrenze gefunden – bei 1030 mV durchgefallen*	Eine niedrigere Spannung ist durchgefallen, die Untergrenze ist also bekannt.

	Chip-Minimum 1000 mV erreicht – kein Fehler, evtl. geht es noch tiefer	Die Suche hat das Minimum des Chips erreicht, ohne dass etwas durchgefallen ist.
	Firmware-Minimum – … mV nicht angenommen, kein Fehler	Die Firmware hat sich geweigert, tiefer zu gehen.
	vorzeitig beendet – Untergrenze offen	Eine Zeitüberschreitung oder ein Sicherheitsschritt hat die Stufe vorher beendet.
Leistung	`−11.4 %` Leistung, *Referenz 23,7 W*	Leistung bei der neuen Spannung im Vergleich zur Referenz.
Hashrate	`102 %` Hashrate, *Referenz 108 %*	Hashrate aus den angenommenen Shares im Vergleich zur erwarteten Rate, bei der neuen Spannung und bei der Referenz. Share-Zahlen rauschen; ein paar Prozent mehr oder weniger sind normal.

Eine Stufe ohne Ergebnis zeigt *… kein Ergebnis (…)* mit dem Grund, zum Beispiel eine Zeitüberschreitung, ein Takt, der nicht erreicht wurde, oder *die Obergrenze dieser Stufe, … mV, läuft nicht stabil: darüber bleibt nichts zu probieren* (die Suche nach oben hat die höchste Spannung erreicht, die sie nehmen darf, und der Takt lief trotzdem nicht sauber). Die anderen Stufen behalten ihr Ergebnis.

Lief dein **Handpunkt** selbst nicht sauber, sagt die Karte das deutlich: *Dein Handpunkt 640 MHz @ 1140 mV lief beim Einmessen nicht stabil – erhöhe seine Spannung oder senke seinen Takt. WarpTune hebt ihn nie an.* Stell auf der Weboberfläche des Miners einen sichereren Handpunkt ein (Kapitel 2) und miss erneut ein.

Unter den Zeilen siehst du vielleicht *gemessen bei Lüfterziel 65 °C*. Das Lüfterziel gehört zur Messung; änderst du es am Miner, sagt die Karte *… das Ergebnis gilt für das alte Ziel; neu einmessen?*. Nach einer Taktsuche schlägt die Karte vielleicht ein anderes Lüfterziel vor, mit einem Knopf **Lüfterziel … °C setzen**; das ist eine Schätzung, keine Messung.

Übernehmen oder Verwerfen

- **Übernehmen** fragt zuerst. Ohne Taktsuche: *Ergebnis für … übernehmen? Die gefundenen Spannungen plus 20 mV Reserve werden zum Arbeitspunkt; der Handpunkt bleibt die Obergrenze.* Nach einer Taktsuche nennt die Frage die gefundenen Takte: *Ergebnis für … übernehmen? Gefundene Takte: Eco-Takt 500 MHz, Max-Takt 650 MHz. Die gefundenen Spannungen plus 20 mV Reserve werden die Arbeitspunkte; ein Max-Takt über dem Handpunkt wird die oberste Stufe im Max-Modus, der Handpunkt bleibt der Punkt zum Zurückkehren.*
- **Verwerfen** behält die Handspannungen: *Eingemessen · Ergebnis verworfen am … · Handspannungen bleiben*. Jede Stufe, die das Einmessen hinzugefügt hat, wird wieder herausgenommen.

Nach dem Übernehmen sagt der Block *Eingemessen · Ergebnis übernommen* und zeigt später, was gilt, zum Beispiel:

Eingemessen · übernommen am 20.11. · Eco-Takt 500 MHz: 1060 mV (gemessen 1040 + 20 mV Reserve) · Max-Takt 650 MHz: 1180 mV (gemessen 1160 + 20 mV Reserve)
Weitere Kurvenpunkte: 525 MHz: 1080 mV (gemessen 1060 + 20 mV Reserve) · 625 MHz: 1150 mV

(gemessen 1130 + 20 mV Reserve)
Die Stufen dazwischen schätzt WarpTune aus diesen Punkten.

- Die erste Zeile nennt die beiden Takte, mit denen die Modi laufen: den **Eco-Takt** (die Obergrenze des Eco-Modus) und den **Max-Takt** (die oberste Stufe des Max-Modus), jeweils mit der geltenden Spannung, der gemessenen Spannung und der Reserve.
- *Weitere Kurvenpunkte* sind die anderen Takte, die unterwegs gemessen wurden. Läuft der Miner auf einem dieser Takte, in welchem Modus auch immer, bekommt er diese Spannung.
- *(gemessen …, Reserve an der Obergrenze gedeckelt)* statt der Reserve: Die Spannung plus 20 mV hätte über der Obergrenze der Stufe gelegen.
- *…, jetzt 1080 mV nach Anhebung im Betrieb*: Seit dem Übernehmen hat WarpTune die Spannung dieser Stufe angehoben, weil sie später nicht mehr gereicht hat (nächster Abschnitt).

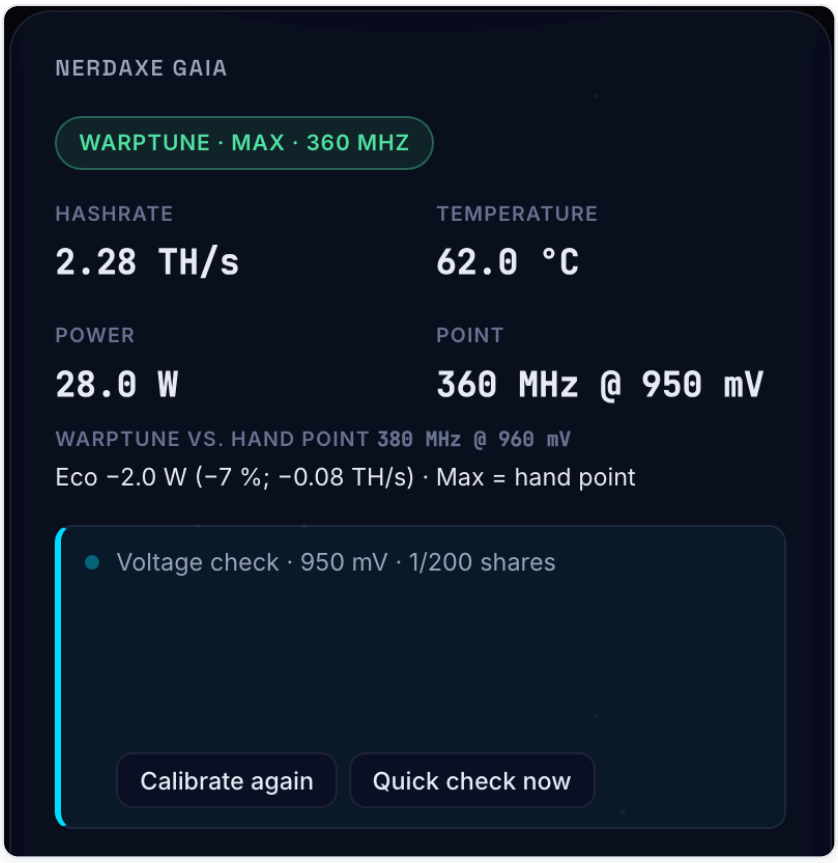
Der Handpunkt bleibt in beiden Fällen Obergrenze und Rückkehrpunkt. Die Meldung über ein abgebrochenes oder fehlgeschlagenes Einmessen kannst du mit **×** schließen; das blendet sie nur in diesem Browser aus.

Eine eingemessene Spannung wird überwacht

Nach dem Übernehmen prüft WarpTune weiter. Reicht eine eingemessene Stufe später bei den Shares nicht mehr, hebt WarpTune die Spannung dieser Stufe um 10 mV an (nie über die Referenz) und behält den neuen Wert. Ein einzelnes verrauschtes Fenster reicht dafür nicht, und eine Stufe wird höchstens zweimal am Tag angehoben. Die Karte ergänzt dann bei diesem Takt *jetzt … mV nach Anhebung im Betrieb*. Eine Stufe, die sechs Stunden lang mit angehobener Spannung sauber gelaufen ist, geht einen Schritt zurück in Richtung des übernommenen Werts.

Neben dem Einmessen macht WarpTune im normalen Betrieb seine eigene **Spannungsprüfung**. Der Block zeigt dann eine dieser Zeilen. Sie sind kein Einmessen, und die Einmess-Knöpfe bleiben daneben verfügbar:

- *Spannungsprüfung · 950 mV · 1/200 Shares*: die Spannung, die gerade beurteilt wird, und die bisher gezählten Shares, mit einem Balken.
- *Punkt wird überwacht · … mV · bestätigt, beobachtet weiter (… Shares)*: Die Spannung ist bestätigt; WarpTune zählt weiter.
- *Spannung geprüft · 350 MHz braucht 960 mV (Tabelle 940)* (oder *läuft mit …*): die gefundene Spannung im Vergleich zur Herstellertabelle. Dazu kann ein Grund kommen, zum Beispiel *bei 950 mV zu viele Chipfehler (4,8 %, jetzt 3,1 %)*, und eine Schätzung wie *ca. +4 % Leistungsaufnahme*.



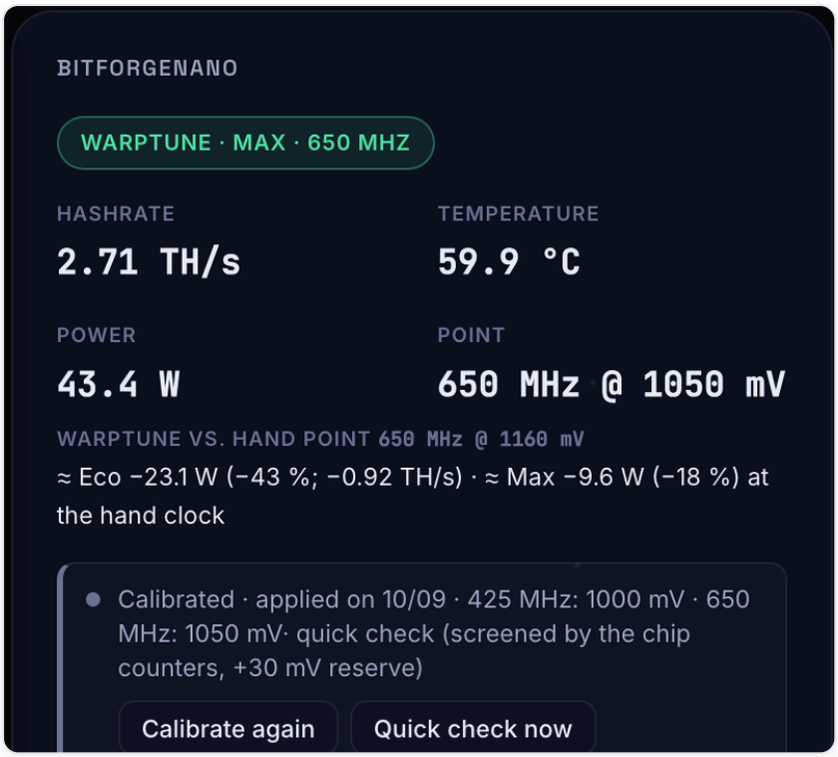
Die laufende Spannungsprüfung auf einem NerdAxe Gaia: die Spannung, die gerade beurteilt wird, und die bisher gezählten Shares.

Kurzprüfung jetzt

Kurzprüfung jetzt ist ein schnelleres Einmessen. Es wird nur bei Firmware angeboten, die Chipfehlerzähler meldet (eine 1-Minuten-Fehlerrate oder Werte je Chip).

1. **Vorprüfen.** Ab der Spannung, mit der der Miner gerade läuft, geht es jeweils 10 mV runter und beobachtet je Stufe etwa 10 Minuten die Chipfehlerzähler, solange die Fehler nahe am Ausgangswert bleiben.
2. **Kandidat.** Die letzte Stufe, die in der Vorprüfung gut war.
3. **Bestätigen.** Nur der Kandidat bekommt das volle Share-Urteil (200 Shares). Reicht er nicht, eine Stufe höher und noch einmal.

Das dauert etwa **1,5–2 Stunden je Stufe**, sucht nie den Takt, und **Übernehmen** rechnet eine Reserve von **30 mV** statt 20 dazu. Das Ergebnis ist markiert mit *Kurzprüfung (per Chip-Zähler vorgeprüft, Reserve +30 mV)*.



Ein BitForge Nano, eingemessen per Kurzprüfung: Datum, die übernommenen Punkte und die Kurzprüfungs-Markierung.

Die automatische Nachprüfung

28 Tage nach einem Übernehmen startet WarpTune von selbst eine Kurzprüfung, eine Stufe unter der übernommenen Spannung – einmal je Übernehmen, nur auf einem Live-Miner mit Chip-Zählern und nie, solange ein anderes Einmessen offen ist. Ihr Ergebnis ist nur ein Vorschlag und wartet auf der Karte wie jedes andere Ergebnis. Die Karte erklärt: *bestanden heißt, die Stufe darunter läuft weiter sauber und es gibt nichts zu ändern; nicht bestanden heißt, die übernommene Spannung ist inzwischen knapp*.

Wenn ein Start abgelehnt wird

Die Karte sagt *Start abgelehnt …: …*, zum Beispiel *ein Einmessen läuft oder ein Ergebnis wartet auf Übernehmen oder Verwerfen*, *live ist für diesen Miner aus* oder *nichts zu messen – …* (die Spannung der Stufe liegt schon an ihrer Untergrenze), *die Shares kommen zu langsam, um innerhalb des Timeouts der Stufe ein Urteil zu fällen …* (siehe den Hinweis oben) oder *kein Share-Urteil: die Firmware meldet keine Share-Difficulty und keine Pool-Zeile springt ein*. Siehe Kapitel 14.

11 · Die Ersparnis lesen

Jede Karte zeigt, was WarpTune gegenüber deinem eigenen Handpunkt ändert. Die Zeile lautet zum Beispiel:

WARPTUNE VS. HANDPUNKT 640 MHz @ 1140 mV
Eco –5,7 W (–24 %; –0,33 TH/s) · Max –2,6 W (–11 %) beim Handtakt

Die drei verglichenen Punkte

- **Handpunkt**: der Punkt, mit dem der Miner ohne WarpTune läuft. Er steht in der Überschrift. Entspricht er der Werkseinstellung, ergänzt die Überschrift *(= Werkseinstellung)*.
- **Eco-Punkt**: die Eco-Stufe von WarpTune mit ihrer aktuellen Spannung.
- **Max-Punkt**: die oberste Stufe von WarpTune mit ihrer aktuellen Spannung.

So liest du die Zeile

Teil	Bedeutung
Eco –5,7 W (–24 %; –0,33 TH/s)	In Eco zieht der Miner 5,7 W weniger als am Handpunkt (24 % weniger) und hasht 0,33 TH/s weniger. Eco tauscht ein bisschen Hashrate gegen deutlich weniger Strom.
Max +0,12 TH/s (+5 % ±3 %; +2,1 W)	In Max hasht der Miner mehr als am Handpunkt; ± ist das Share-Rauschen. Dahinter die zusätzliche Leistung.
Max –2,6 W (–11 %) beim Handtakt	Max läuft mit demselben Takt wie dein Handpunkt, bringt also keine zusätzliche Hashrate, spart aber Strom durch die niedrigere eingemessene Spannung.
Eco = Handpunkt / *Max = Handpunkt*	Dieser Punkt ist der Handpunkt selbst; nichts zu vergleichen.
≈ davor	Geschätzt: Der Punkt wird nicht mehr angefahren (zum Beispiel die Handspannung nach einem Einmessen), und von ihm ist keine frühere Messung aufbewahrt; deshalb hat WarpTune ihn vom nächsten gemessenen Punkt mit gleichem Takt hochgerechnet.
noch zu wenig Daten (… Shares, … min)	Ein Punkt zählt ab 200 Shares und 30 Minuten auf ihm. Warte.
Handpunkt gemessen am 17. Nov.	Eine kleine Zeile unter dem Vergleich: Die Werte dieses Punkts sind seine letzte gültige Messung von diesem Tag, aufbewahrt, weil die letzten 7 Tage zu wenig auf ihm haben. Siehe „Ältere Messungen“ weiter unten.

Halte die Maus über die Zeile, dann siehst du die Grundlage jedes Punkts: Watt, TH/s, Shares, Minuten und wann er zuletzt angefahren wurde.

Pro Jahr, in kWh und Geld

Unter der Zeile rechnet eine zweite Zeile die Watt auf ein Jahr hoch:

Eco spart 50 kWh/Jahr ≈ 13,98 € · Max spart 23 kWh/Jahr ≈ 6,38 € – bei 24/7-Betrieb in diesem Modus, zum Netzpreis



Die Strompreis-Zeile über den Karten und auf jeder Karte die Jahreszeile unter den Watt: „Eco spart 50 kWh/Jahr ≈ 13,73 € · Max spart 23 kWh/Jahr ≈ 6,31 € – bei 24/7-Betrieb in diesem Modus, zum Netzpreis“. Ein vorangestelltes ≈ kennzeichnet eine Schätzung; der Betrag steht dann in Klammern.

Teil	Bedeutung
Eco spart 50 kWh/Jahr ≈ 13,98 €	Liefe der Miner das ganze Jahr rund um die Uhr in Eco, bräuchte er 50 kWh weniger als am Handpunkt; zu deinem Preis sind das etwa 13,98 €.
Max kostet 9 kWh/Jahr ≈ 2,52 € mehr	Max zieht mehr als der Handpunkt (für mehr Hashrate); so viel kostet dieser Mehrverbrauch im Jahr.
bei 24/7-Betrieb in diesem Modus, zum Netzpreis	Die Zahl setzt den Modus fürs ganze Jahr und deinen vollen Netzpreis an. Solarstrom, ein zeitabhängiger Tarif und die Stunden, die der Miner wirklich in jedem Modus verbringt, sind nicht eingerechnet.
bei 24/7-Betrieb in diesem Modus; trag deinen Strompreis ein, dann siehst du den Betrag in Geld	Noch kein Strompreis bekannt, weder ein eigener noch einer vom gekoppelten Pool: Du siehst nur die kWh.
≈ davor	Der Punkt ist geschätzt, wie in der Zeile darüber.

Ein Modus, dessen Unterschied unter einer halben kWh im Jahr liegt, fehlt in dieser Zeile.

Deinen Strompreis eintragen

Klick auf der Seite **Geräte** über den Karten auf **Strompreis**. Ein kleines Formular öffnet sich:

- **Preis je kWh**: was du für eine kWh aus dem Netz zahlst, zum Beispiel `0,28`. Lass das Feld leer (oder 0) und speichere, um den Preis wieder zu entfernen.
- **Währung (ISO-Code)**: der Code deiner Währung aus drei Buchstaben, zum Beispiel `EUR`, `CHF`, `USD`. Die Seite schlägt einen nach der Region deines Browsers vor; prüf ihn.
- **Speichern**. Der Text unter dem Formular sagt: *Dein Strompreis aus dem Netz in deiner Währung – von dir eingetragen, nicht geschätzt. Die Karten nutzen ihn sofort; WarpTune braucht ihn nicht, darum gibt es nichts zu übernehmen.*

Die Zeile über den Karten sagt dann *Strompreis: 0,28 EUR/kWh – die Karten zeigen die Jahresersparnis auch in Geld.* Eine falsche Eingabe ergibt *Trag einen Preis ab 0 und einen Währungscode aus drei Buchstaben wie EUR ein.* Der Preis steht in der Einstellungsdatei (`[energy]` , Schlüssel `price_per_kwh` und `currency`). WarpTune rät nie einen Preis aus deinem Standort. Ohne deine Eingabe nimmt es den Strompreis, den ein gekoppelter dvb-WarpPool meldet, falls der Pool einen Tarif hat; die Zeile über den

Karten sagt dann *Strompreis vom Pool: 0,2744 EUR/kWh – die Karten zeigen die Jahresersparnis auch in Geld. Ein eigener Eintrag ersetzt ihn.* Ein Pool ohne Tarif (zum Beispiel `pool.warppool.org`) ändert nichts: Du siehst nur kWh. Dein eigener Eintrag gewinnt immer. Die Beträge erscheinen im Zahlenformat deiner Seitensprache, mit der Währung, die du eingetragen hast oder die der Pool meldet.

> **Auf der Geräteseite eines dvb-WarpPool** nimmt dieselbe Jahreszeile den einen Standard-Stromtarif des Pool-Betreibers (Admin → Stromtarif; Zeitfenster-Tarife zählen dort nicht). Hat der Betreiber keinen eingetragen, sagt die Zeile *bei 24/7-Betrieb in diesem Modus; der Pool-Betreiber hat keinen Stromtarif hinterlegt*.

Woher die Zahlen kommen

- Die Hashrate kommt aus den **angenommenen Shares** der letzten 7 Tage: aus der Worker-Zeile eines gekoppelten dvb-WarpPool, wo es eine gibt, sonst aus den eigenen Share-Zählern des Miners, egal auf welchem Pool er schürft. Eine kleine Zeile unter der Kartenzeile nennt die Quelle: *Hashrate aus den akzeptierten Shares des Pools* oder *Hashrate aus den eigenen Share-Zählern des Miners*.
- Die Leistung kommt aus den eigenen Messwerten des Miners.
- WarpTune berechnet die Zeile alle 30 Minuten neu.

Ältere Messungen

Ein Miner, der wochenlang in Eco läuft, fährt seinen Handpunkt nicht mehr an, und nach 7 Tagen hat der Handpunkt keine Shares mehr im Zeitfenster. WarpTune bewahrt deshalb die letzte gültige Messung jedes verglichenen Punkts auf (Handpunkt, Eco-Punkt, Max-Punkt) und verwendet sie, solange die letzten 7 Tage zu wenig auf diesem Punkt haben. Die Zeile unter dem Vergleich nennt dann den Tag der Messung, zum Beispiel *Handpunkt gemessen am 17. Nov.*; der Tooltip ergänzt *die letzte gültige Messung vom 17. Nov., aufbewahrt, bis eine neue sie ersetzt*. Watt, Hashrate sowie kWh und Geld pro Jahr werden daraus genauso berechnet wie aus einer frischen Messung.

- Eine neue gültige Messung desselben Punkts (mindestens 200 Shares und 30 Minuten in den letzten 7 Tagen) ersetzt sie, und die Datumszeile verschwindet.
- Sie wird je exaktem Punkt (Takt und Spannung) aufbewahrt. Setzt du einen anderen Handpunkt oder verschiebt ein Einmessen die Eco- oder Max-Stufe, zeigt der neue Punkt nichts, bis er gemessen ist; die alte Messung bleibt und erscheint wieder, wenn der Punkt zurückkommt. WarpTune bewahrt bis zu sechs Punkte pro Miner auf, die aktuellen immer.
- Sie erscheint nur unter der Firmware-Familie und Hauptversion, auf der sie gemessen wurde: Nach einem Update innerhalb davon bleibt sie sichtbar; nach einem Wechsel auf eine andere Firmware bleibt sie gespeichert und erscheint wieder, sobald der Miner wieder auf der ursprünglichen läuft.
- Antwortet unter der Adresse des Miners ein anderes Gerät, fallen alle aufbewahrten Messungen dieses Miners weg. Entfernst du einen Miner aus den Einstellungen, fallen seine weg.

Die aufbewahrten Messungen liegen in `warptune-savings-held.json` neben dem Journal. Beim ersten Start mit dieser Version füllt WarpTune die Datei für jeden Miner ohne Eintrag aus dem Journal (mit den eigenen Share-Zählern des Miners), damit ein vor Wochen gemessener Handpunkt wieder erscheint. Ist die Datei beschädigt, legt WarpTune sie beiseite und füllt sie beim nächsten Start neu aus dem Journal.

Warum der Handpunkt und nicht der Werkspunkt? Der Handpunkt ist das ehrliche „ohne WarpTune“: Dort läuft dein Miner, wenn WarpTune nicht läuft. Hast du nie von Hand eingestellt, *ist* er der Werkspunkt.

Immer „zu wenig Daten“? Ein Punkt zählt ab 200 Shares und 30 Minuten auf ihm; auf einem Pool mit hoher Difficulty dauert das länger. Mit Pool-Kopplung prüf außerdem, ob der Miner auf dem Pool schürft, den du eingetragen hast, und ob sein Worker-Name genau der ist, den der Pool zeigt (adresse.worker, gleiche Schreibweise). Ein privater Pool, der seine Daten verbirgt, braucht einen Lese-Token (Einstellung `pool_token_env` in der Einstellungsdatei). Ohne Pool-Zeile nimmt WarpTune die eigenen Zähler des Miners.

12 · Aktualisieren

Lade die neue Version von der Release-Seite und prüf sie wie in Kapitel 3. Einstellungsdatei, Journal und Einmess-Ergebnisse bleiben erhalten; sie gehören nicht zum Programm. Schau nach einem Update auf die Versionsanzeige in der Kopfzeile.

Windows

Führe die neue `…-setup.exe` über der alten aus. Der Installer stoppt zuerst das laufende WarpTune sauber (Live-Miner bekommen ihren Handpunkt zurück, bis zu 20 Sekunden), kopiert dann die neuen Dateien, und danach startest du es aus dem Startmenü (oder bei der nächsten Anmeldung).

macOS

1. Zieh das neue **WarpTune Desktop** aus der `.dmg` in den Ordner Programme und ersetze das alte. Das laufende WarpTune läuft vorerst mit der alten Version weiter.
2. Starte WarpTune neu, damit die neue Version läuft. Im Terminal:
   `"/Applications/WarpTune Desktop.app/Contents/MacOS/dvb-warptune-launcher" --stop`
   Das stoppt es sauber; Live-Miner bekommen ihren Handpunkt zurück.
   - Mit Anmeldeobjekt startet macOS WarpTune von selbst wieder, jetzt aus der neuen App.
   - Ohne Anmeldeobjekt öffne **WarpTune Desktop** noch einmal.
3. Beim ersten Mal fragt macOS vielleicht noch einmal (Kapitel 4). Schau auf die Versionsanzeige in der Kopfzeile.

> **Einfacher, wenn dich ein Abmelden nicht stört:** App ersetzen, abmelden und wieder anmelden. Mit Anmeldeobjekt stoppt das Abmelden WarpTune sauber, und das Anmelden startet die neue Version.

Linux

- **.deb:** `sudo apt install ./dvb-warptune_<new>_<arch>.deb`, dann `systemctl --user restart dvb-warptune-desktop`. Der Neustart schreibt die Handpunkte zurück, bevor die neue Version startet.
- **AppImage:** Stopp es mit `./WarpTune-Desktop-<old>.AppImage --stop` oder `systemctl --user stop dvb-warptune-desktop`, leg dann das neue AppImage **unter denselben Pfad** wie das alte (benenn es auf den alten Dateinamen um) und starte es. Der Benutzerdienst zeigt auf diesen Pfad.

Die Frage „Dienst aktualisieren“

Hast du WarpTune vor Version 1.40 als Dienst installiert (mit dem Setup-Skript), antwortet dieser alte Dienst auf Port 8766, hat aber keine Seite. Die App öffnet dann keine leere Seite. Sie fragt (unter Linux als kleines Fenster, wenn `zenity` installiert ist, sonst als Meldung; in der Sprache deines Systems):

Ein WarpTune-Dienst ohne die Desktop-Seite läuft (eine Version vor 1.40, …). Auf die Version dieser App aktualisieren? Der Dienst startet neu: Live-Miner bekommen ihren Handpunkt zurückgeschrieben und werden von dort wieder geregelt. Nicht möglich, solange ein Einmessen läuft.

- **Dienst aktualisieren** (**Update service**) kopiert das Programm aus der App über das Programm des Dienstes und startet den Dienst neu. Dann öffnet sich die Seite.
- **Jetzt nicht** lässt alles, wie es ist.

- Solange der alte Dienst ein Einmessen durchführt oder ein Ergebnis auf Übernehmen / Verwerfen wartet, wird das Update abgelehnt: Schließ es zuerst auf der Geräteseite des Pools ab, dann öffne die App noch einmal.

13 · Deinstallieren

Das Deinstallieren entfernt das Programm. Vorher schreibt es die Handpunkte auf alle Live-Miner zurück. Einstellungsdatei und Journal bleiben, damit eine spätere Neuinstallation alles wiederfindet. Lösch diesen Ordner von Hand, wenn er weg soll (Pfade in Kapitel 4).

macOS

1. Im Terminal:
   `"/Applications/WarpTune Desktop.app/Contents/MacOS/dvb-warptune-launcher" --uninstall`
   Das entfernt das Anmeldeobjekt und stoppt WarpTune.
2. Zieh **WarpTune Desktop** aus dem Ordner Programme in den Papierkorb.

Ein Dienst, der mit dem Setup-Skript installiert wurde (`com.dvb.warptune`), bleibt davon unberührt; den entfernst du mit `scripts/setup-warptune.sh --uninstall`.

Windows

Einstellungen → **Apps**, such **WarpTune Desktop** und klick auf **Deinstallieren**. Das Deinstallationsprogramm stoppt WarpTune zuerst sauber und entfernt dann das Programm, den Startmenü-Eintrag und die Autostart-Verknüpfung.

Linux

1. Zuerst: `dvb-warptune-launcher --uninstall` (beim AppImage: `./WarpTune-Desktop-<tag>.AppImage --uninstall`). Das stoppt den Benutzerdienst mit Rückschreiben der Handpunkte und deaktiviert ihn.
2. Dann: `sudo apt remove dvb-warptune` oder das AppImage löschen.

> **Mach Schritt 1 zuerst.** `apt remove` allein erreicht deine Benutzersitzung nicht. Der Benutzerdienst bliebe aktiviert, und WarpTune liefe mit einem gelöschten Programm weiter.

14 · Fehlerbehebung & FAQ

Die Seite öffnet sich nicht.

- Tipp `http://127.0.0.1:8766/` selbst in deinen Browser ein. Vielleicht hat der Starter WarpTune gestartet, ohne den Browser zu öffnen (die Windows-Autostart-Verknüpfung macht das absichtlich).
- Öffne sie auf **diesem** Rechner. Von einem anderen Gerät aus öffnet sie sich nicht; das ist so gewollt (Kapitel 5).
- Klick noch einmal auf die App oder den Startmenü-Eintrag. Läuft WarpTune nicht, startet es das.
- Die Meldung *WarpTune ist gestartet, aber seine Seite hat nicht rechtzeitig geantwortet; sieh ins Log neben warptune.toml.* heißt, dass WarpTune nicht hochgekommen ist. Schau ins Log (Kapitel 4). Eine häufige Ursache ist der nächste Punkt.

„Port in use“ / „already running“.

Pro Einstellungsdatei und Port läuft nur ein WarpTune. Ein zweiter Start endet mit einem Fehler. Ursachen: Ein WarpTune-Dienst aus dem Setup-Skript läuft noch, eine zweite Kopie (zum Beispiel die portable Zip neben der installierten) oder ein anderes Programm nutzt Port 8766. Stopp das andere, oder nutz nur einen Weg, WarpTune zu betreiben. Die App selbst startet nie eine zweite Kopie: Antwortet schon ein WarpTune mit Seite, öffnet sie nur die Seite.

Die Kopfzeile zeigt „WarpTune nicht erreichbar“.

Die Seite ist noch offen, aber WarpTune hat gestoppt, oder der Rechner war im Ruhezustand. Klick noch einmal auf die App, um sie zu starten. Unter macOS ohne Anmeldeobjekt beendet ein Abmelden sie.

macOS meldet, die App „kann nicht geöffnet werden“ oder „nicht geöffnet“.

Das ist Gatekeeper, weil die App nicht mit einem bezahlten Zertifikat signiert ist. Geh die Schritte in Kapitel 4 durch: **Fertig**, dann **Systemeinstellungen** → **Datenschutz & Sicherheit** → **Dennoch öffnen**, dann die App noch einmal öffnen und bestätigen. Prüf vorher den Download (Kapitel 3).

Die Suche findet keinen Miner oder nicht alle.

- Sind die Miner an und im selben Netz wie der Rechner? Ein Gast-WLAN oder ein eigenes IoT-Netz ist ein anderes Netz. Trag dieses Netz bei **Netzwerk (optional)** ein oder füg den Miner über seine Adresse hinzu.
- mDNS findet unter macOS und Windows nichts: normal. Unter Windows lässt WarpTune mDNS weg, damit die Firewall nicht fragt; die Netzsuche in den eigenen /24-Netzen dieses Rechners findet die Miner.
- Ein VPN auf dem Rechner kann das Heimnetz verdecken. Pausier es für die Suche.
- Ein Avalon Q wird über seinen cgminer-Port 4028 gefunden. Taucht er nicht auf, prüf, ob seine API von diesem Rechner aus erreichbar ist (manche Router oder VLANs sperren den Port), oder gib seine Adresse ein.

Fragt die Firewall nach?

Normalerweise nicht. WarpTune liefert seine Seite nur auf 127.0.0.1 aus, und unter Windows lauscht es nicht auf mDNS. Unter macOS und Linux kann die mDNS-Suche während der Suche kurz im Netz lauschen. Nur wenn du die Einstellungsdatei so änderst, dass WarpTune seinen Status für einen Pool auf einem anderen Rechner ausliefert (`bind = "0.0.0.0:8766"`), fragt Windows; erlaub es dann nur für private Netzwerke.

Ein Miner wird schon von einem anderen WarpTune geregelt.

Lass ihn hier im Simulationsmodus oder nimm ihn zuerst aus dem anderen WarpTune heraus. Zwei WarpTune-Programme an einem Miner schreiben gegeneinander (Kapitel 2).

Warum ist Einmessen nicht verfügbar, oder warum wurde der Start abgelehnt?

Die Karte sagt	Was zu tun ist
live ist für diesen Miner aus	Schalte den Miner auf seiner Karte live; das wirkt sofort (beim ersten Mal braucht der Prozess-Schalter womöglich noch **Jetzt übernehmen**).
die Firmware meldet keine Share-Difficulty	Diese Firmware liefert selbst kein Share-Urteil. Aktualisiere die Firmware, oder lass den Miner auf einem dvb-WarpPool schürfen und kopple ihn (Miner hinzufügen → 3 · Pool-Kopplung).
die Shares kommen zu langsam, um innerhalb des Timeouts der Stufe ein Urteil zu fällen	Die Difficulty des Pools ist für diesen Miner zu hoch. Stell beim Pool eine niedrigere Difficulty ein, falls er das anbietet, oder lass ihn auf einem Pool mit variabler Difficulty schürfen (zum Beispiel einem dvb-WarpPool).
beim Avalon bestimmt das Steuerboard die Spannung	Nichts; der Avalon Q wird nur über Arbeitsmodi geregelt.
dieser Miner läuft mit den festen Herstellerstufen	BitForge Nano: Setz auf seiner Karte das Häkchen **Taktsuche**; es wirkt sofort.
dieses Board hat keinen Spannungsregler – WarpTune stellt nur den Takt	Nichts zu tun: Das Board kann seine Kernspannung nicht ändern (zum Beispiel das NerdNOS-Board oder ein Devkit). WarpTune regelt seinen Takt; einzumessen gibt es nichts.
WarpTune ist für diesen Miner pausiert und schreibt nichts	Entferne auf seiner Karte das Häkchen bei **Pause (Punkt halten)**.
kein frischer WarpTune-Snapshot	Der Miner antwortet gerade nicht. Prüf ihn.
ein Einmessen läuft oder ein Ergebnis wartet auf Übernehmen oder Verwerfen	Schließ das offene ab: Abbrechen oder Übernehmen / Verwerfen.
nichts zu messen – …	Die Spannung der Stufe liegt schon an ihrer Untergrenze; darunter gibt es nichts zu probieren.
Kurzprüfung jetzt fehlt	Die Firmware meldet keine Chipfehlerzähler. Nimm das volle Einmessen.

Brauche ich einen Pool zum Einmessen?

Nein. Seit v1.41 beurteilen Einmessen, Kurzprüfung und Nachprüfung jede Spannung anhand der eigenen Share-Zähler des Miners, egal auf welchem Pool er schürft. Eine dvb-WarpPool-Kopplung wird nur bevorzugt, wo es sie gibt: Sie unterscheidet Reject-Gründe bei jeder Firmware und kann das WarpTune-Badge auf deiner Wallet-Seite zeigen. Ausnahmen: eine Firmware ohne Share-Difficulty und der Avalon Q, der nur seinen Arbeitsmodus wechselt.

Die Ersparnis zeigt kWh, aber kein Geld.

Es ist kein Strompreis eingetragen. Klick über den Karten auf **Strompreis**, trag deinen Netzpreis und die Währung ein und speichere (Kapitel 11). Übernehmen musst du nichts.

„Jetzt übernehmen“ wird abgelehnt.

Ein Einmessen läuft, oder sein Ergebnis wartet auf Übernehmen / Verwerfen. Schließ es zuerst ab. Sagt das Banner, dass die Einstellungsdatei einen Fehler hat, behält das laufende WarpTune seine alten Einstellungen, bis die Datei korrigiert ist. Eine Änderung auf der Karte eines Miners braucht normalerweise gar kein **Jetzt übernehmen**; konnte sie nicht übernommen werden (auf diesem Miner läuft ein Einmessen, seine Pool-Adresse ist eine, die das laufende WarpTune nicht abfragt, oder der Prozess kann nicht neu laden), zeigt die Karte den Grund, das Badge sagt **läuft nicht: Einstellungen übernehmen**, und das Banner bleibt, bis du **Jetzt übernehmen** drückst.

„Energie“ ist ausgegraut.

Energie braucht eine Pool-Adresse (Miner hinzufügen → 3 · Pool-Kopplung) und `[energy] enabled = true` in der Einstellungsdatei. Siehe Kapitel 9.

Das Badge zeigt „live aus“.

Eine Sicherheitsregel hat das Schreiben von WarpTune auf diesen Miner gestoppt: mehr als 12 Schreibvorgänge in einer Stunde, ein Schreibvorgang, den der Miner nicht bestätigt hat, Schreibvorgänge, die immer wieder fehlschlugen, oder zu viele Neustarts des Geräts. Die Karte nennt den Grund, zum Beispiel *WarpTune hat das Schreiben auf diesen Miner gestoppt (21.10., 07:36): die Schreib-Notbremse hat ausgelöst – 12 Schreibzugriffe innerhalb einer Stunde*. Prüf den Miner (reagiert seine Weboberfläche, ist die Firmware mit einem Update beschäftigt?). Drück dann auf der Karte **Schreiben wieder einschalten** und bestätige (*Soll WarpTune wieder auf … schreiben? Der Zähler der Notbremse beginnt von vorn; besteht die Ursache noch, löst sie erneut aus.*). Ein Neustart von WarpTune ist nicht nötig (Kapitel 8).

Die Karte sagt unter „Takt je Chip“: „Auf diesem Board wird nicht gesucht“.

Die Chips des Boards teilen sich die Spannung so, dass die Suche damit nicht umgehen kann (zum Beispiel bei einem Bitaxe Gamma Hex oder einem NerdQAxe++ Rev 7), oder die Firmware meldet nicht, wie die Chips verschaltet sind. Es wird nichts geschrieben, und es ist nichts kaputt; du kannst **Takt je Chip** wieder ausschalten (Kapitel 7).

Darf ich am Miner Einstellungen ändern, während WarpTune läuft?

Ja. WarpTune sieht die Änderung und beurteilt den neuen Punkt. Aber der Handpunkt, den WarpTune wiederherstellt, bleibt der, den es sich vor seinem ersten Schreiben auf den Miner gemerkt hat; einen neuen setzt du mit **Handpunkt ändern** (Kapitel 7). Das Lüfterziel gehört zu einem Einmessen; wenn du es änderst, endet ein laufendes Einmessen.

Arbeitet WarpTune, wenn der Rechner schläft?

Nein. Solange der Rechner im Ruhezustand ist, tut WarpTune nichts, und Live-Miner bleiben auf ihrem letzten Punkt. Schalte den Ruhezustand auf dem Rechner ab, auf dem WarpTune läuft.

15 · Support & Links

Dokumentation	docs.warppool.org
Erster Start mit Bildern	docs.warppool.org/warptune-desktop-open.html
WarpTune	warppool.org/warptune/
Downloads	git.warppool.org/dvb-projekt/dvb-WarpPool/releases
Problem melden	git.warppool.org/dvb-projekt/dvb-WarpPool/issues
Technische Anleitung (Einstellungsdatei, Dienst, Journal; englisch)	scripts/warptune-setup.md
WarpAxe-Firmware	warppool.org/warpaxe/
Kontakt	dvbprojekt@gmx.de

Wenn du ein Problem meldest, gib bitte an: dein System (macOS / Windows / Linux), die Version aus der Kopfzeile, Board und Firmware des Miners (aus **Prüfen**) und die letzten Zeilen des Logs (Kapitel 4). Das Log enthält die lokalen Adressen deiner Miner, aber keine Passwörter; Tokens liegen in `warptune.env`, und die solltest du nie weitergeben.

WarpTune Desktop gehört zu dvb-WarpPool, freier und quelloffener Software (AGPL-3.0-or-later, mit verfügbarer kommerzieller Lizenz). Dieses Handbuch beschreibt WarpTune Desktop v1.52.0. Bildschirme können sich zwischen Releases leicht unterscheiden; die Bildschirmfotos zeigen echte Miner in einem Heimnetz. Takt und Spannung eines Miners zu ändern geschieht auf eigenes Risiko; die Grenzen von WarpTune verringern dieses Risiko, beseitigen es aber nicht. Schürfen ist von Natur aus probabilistisch; nichts hier ist ein Versprechen auf eine Belohnung.

Gleiche Hashrate, weniger Wärme. Frohes Schürfen.