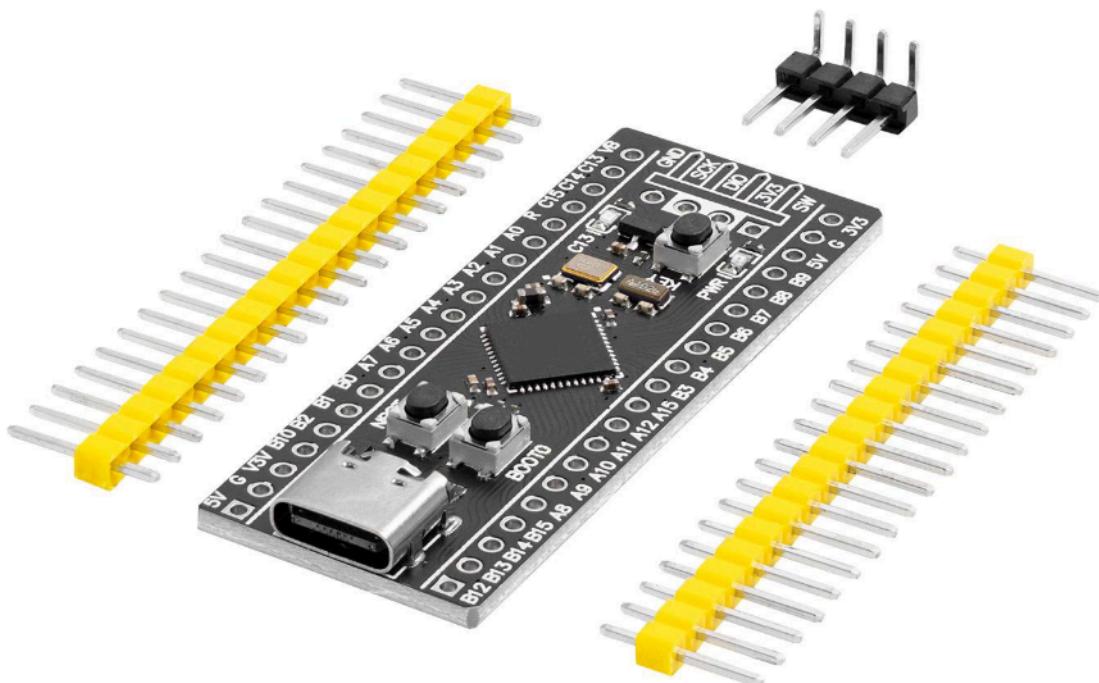


e-book

# **STM32F401CCU6**

## **Entwicklungsplatine**

**v 3.0**



## Anwendungsbereiche

Bildung und Lehre: Einsatz in Schulen, Hochschulen und Ausbildungseinrichtungen zur Vermittlung von Grundlagen der Elektronik, Programmierung und eingebetteten Systemen. Forschung und Entwicklung: Verwendung in Forschungs- und Entwicklungsprojekten zur Erstellung von Prototypen und Experimenten in den Bereichen Elektronik und Informatik. Prototypenentwicklung: Einsatz in der Entwicklung und Erprobung neuer elektronischer Schaltungen und Geräte. Hobby und Maker-Projekte: Verwendung durch Elektronikenthusiasten und Hobbyisten zur Entwicklung und Umsetzung von DIY-Projekten.

## Erforderliche Kenntnisse und Fähigkeiten

Grundlegendes Verständnis der Elektronik und Elektrotechnik. Kenntnisse in der Programmierung, insbesondere in der Programmiersprache C/C++. Fähigkeit, Schaltpläne zu lesen und einfache Schaltungen zu entwerfen. Erfahrung im Umgang mit elektronischen Komponenten und Löten.

## Betriebsbedingungen

Das Produkt darf nur mit den im Datenblatt spezifizierten Spannungen betrieben werden, um Beschädigungen zu vermeiden. Eine stabilisierte Gleichstromquelle ist zum Betrieb erforderlich. Bei der Verbindung mit anderen elektronischen Komponenten und Schaltungen sind die maximalen Strom- und Spannungsgrenzen zu beachten, um Überlastungen und Schäden zu vermeiden.

## Umweltbedingungen

Das Produkt sollte in einer sauberen, trockenen Umgebung verwendet werden, um Schäden durch Feuchtigkeit oder Staub zu vermeiden. Schützen Sie das Produkt vor direkter Sonneneinstrahlung (UV)

## Bestimmungsgemäße Verwendung

Das Produkt ist das für den Einsatz in Bildungs-, Forschungs- und Entwicklungsumgebungen konzipiert wurde. Es dient zur Entwicklung, Programmierung und Prototypenentwicklung von elektronischen Projekten und Anwendungen. Das Sensor Produkt ist nicht als fertiges Verbraucherprodukt gedacht, sondern als Werkzeug für technisch versierte Nutzer, darunter Ingenieure, Entwickler, Forscher und Studenten.

## Nicht bestimmungsgemäße vorhersehbare Verwendung

Das Produkt eignet sich nicht für den Industriellen Einsatz oder sicherheitsrelevante Anwendungen. Eine Verwendung des Produkts in Medizingeräten oder für Zwecke der Luft- und Raumfahrt ist nicht zulässig

## Entsorgung

Nicht mit dem Hausmüll entsorgen! Ihr Produkt ist entsprechend der europäischen Richtlinie über Elektro- und Elektronik-Altgeräte umweltgerecht zu entsorgen. Die darin enthaltenen, wertvollen Rohstoffe können so der Wiederverwendung zugeführt werden. Die Anwendung dieser Richtlinie trägt zum Umwelt- und Gesundheitsschutz bei. Nutzen Sie die von Ihrer Kommune eingerichtete Sammelstelle zur Rückgabe und Verwertung elektrischer und elektronischer Altgeräte. WEEE-Reg.-Nr.: DE 62624346

## Elektrostatische Entladung

Achtung: Elektrostatische Entladungen können das Produkt beschädigen. Hinweis: Erden Sie sich, bevor Sie das Produkt berühren, indem Sie beispielsweise ein antistatisches Armband tragen oder eine geerdete Metalloberfläche berühren.

## Sicherheitshinweise

Obwohl unser Produkt den Anforderungen der RoHS-Richtlinie (2011/65/EU) entspricht und keine gefährlichen Stoffe in über den Grenzwerten zulässigen Mengen enthält, können dennoch Rückstände vorhanden sein. Beachten Sie die folgenden Sicherheitshinweise, um chemische Gefährdungen zu vermeiden: Achtung: Beim Löten können Dämpfe entstehen, die gesundheitsschädlich sein können. Hinweis: Verwenden Sie einen Lötdampfabsauger oder arbeiten Sie in einem gut belüfteten Bereich. Tragen Sie gegebenenfalls eine Atemschutzmaske. Achtung: Einige Personen könnten empfindlich auf bestimmte Materialien oder Chemikalien reagieren, die im Produkt enthalten sind. Hinweis: Sollten Hautreizungen oder allergische Reaktionen auftreten, unterbrechen Sie die Nutzung und suchen Sie gegebenenfalls einen Arzt auf. Achtung: Halten Sie das Produkt außerhalb der Reichweite von Kindern und Haustieren, um versehentlichen Kontakt und Verschlucken von Kleinteilen zu vermeiden. Hinweis: Bewahren Sie das Produkt in einem sicheren, geschlossenen Behälter auf, wenn es nicht verwendet wird. Achtung: Vermeiden Sie den Kontakt des Produkts mit Nahrungsmitteln und Getränken. Hinweis: Lagern und verwenden Sie das Produkt nicht in der Nähe von Lebensmitteln, um eine Kontamination zu verhindern. Obwohl unser Produkt den

Anforderungen der RoHS-Richtlinie (2011/65/EU) entspricht und keine gefährlichen Stoffe in über den Grenzwerten zulässigen Mengen enthält, können dennoch Rückstände vorhanden sein. Beachten Sie die folgenden Sicherheitshinweise, um chemische Gefährdungen zu vermeiden: Achtung: Beim Löten können Dämpfe entstehen, die gesundheitsschädlich sein können. Hinweis: Verwenden Sie einen Lötdampfabsauger oder arbeiten Sie in einem gut belüfteten Bereich. Tragen Sie gegebenenfalls eine Atemschutzmaske. Achtung: Einige Personen könnten empfindlich auf bestimmte Materialien oder Chemikalien reagieren, die im Produkt enthalten sind. Hinweis: Sollten Hautreizungen oder allergische Reaktionen auftreten, unterbrechen Sie die Nutzung und suchen Sie gegebenenfalls einen Arzt auf. Achtung: Halten Sie das Produkt außerhalb der Reichweite von Kindern und Haustieren, um versehentlichen Kontakt und Verschlucken von Kleinteilen zu vermeiden. Hinweis: Bewahren Sie das Produkt in einem sicheren, geschlossenen Behälter auf, wenn es nicht verwendet wird. Achtung: Vermeiden Sie den Kontakt des Produkts mit Nahrungsmitteln und Getränken. Hinweis: Lagern und verwenden Sie das Produkt nicht in der Nähe von Lebensmitteln, um eine Kontamination zu verhindern. Das Produkt enthält empfindliche elektronische Komponenten und scharfe Kanten. Unsachgemäßes Umgang oder Montage kann zu Verletzungen oder Beschädigungen führen. Beachten Sie die folgenden Sicherheitshinweise, um mechanische Gefährdungen zu vermeiden: Achtung: Die Platine und die Anschlüsse des Produkts können scharfe Kanten aufweisen. Gehen Sie vorsichtig vor, um Schnittverletzungen zu vermeiden. Hinweis: Tragen Sie bei der Handhabung und Montage des Produkts geeignete Schutzhandschuhe. Achtung: Vermeiden Sie übermäßigen Druck oder mechanische Belastung der Platine und der Komponenten. Hinweis: Montieren Sie das Produkt nur auf stabilen und ebenen Oberflächen. Verwenden Sie geeignete Abstandshalter und Gehäuse, um mechanische Belastungen zu minimieren. Achtung: Stellen Sie sicher, dass das Produkt sicher befestigt ist, um unbeabsichtigtes Verrutschen oder Herunterfallen zu verhindern. Hinweis: Verwenden Sie passende Unterlage oder eine sicheren Befestigung in Gehäusen oder auf Montageplatten. Achtung: Achten Sie darauf, dass alle Kabelverbindungen sicher und korrekt angeschlossen sind, um Zugbelastungen und versehentliches Herausziehen zu vermeiden. Hinweis: Führen Sie Kabel so, dass sie nicht unter Spannung stehen und keine Stolpergefahr darstellen. Das Produkt arbeitet mit elektrischen Spannungen und Strömen, die bei unsachgemäßem Gebrauch zu elektrischen Schlägen, Kurzschlägen oder anderen Gefahren führen können. Beachten Sie die folgenden Sicherheitshinweise, um elektrische Gefährdungen zu vermeiden: Achtung: Verwenden Sie das Produkt nur mit den spezifizierten Spannungen. Hinweis: Die Leistungsgrenzen des Produkts finden Sie im dazugehörigen Datenblatt Achtung: Vermeiden Sie Kurzschlüsse zwischen den An schlüssen und Komponenten des Produkts Hinweis: Achten Sie darauf, dass keine leitenden Objekte die Platine berühren oder überbrücken. Verwenden Sie isolierte Werkzeuge und beachten Sie die Anordnung der Verbindungen. Achtung: Führen Sie keine Arbeiten am Produkt durch, wenn es mit einer Stromquelle verbunden ist. Hinweis: Trennen Sie das Produkt von der Stromversorgung, bevor Sie Änderungen an der Schaltung vornehmen oder Komponenten anschließen bzw. entfernen. Achtung: Überschreiten Sie nicht die spezifizierten Stromstärken für die Ein- und Ausgänge des Produkts. Hinweis: Die Leistungsgrenzen des Produkts finden sich in den technischen Spezifikationen oder im Datenblatt Achtung: Stellen Sie sicher, dass die verwendeten Stromquellen stabil und korrekt dimensioniert sind. Hinweis: Verwenden Sie nur geprüfte und geeignete Netzteile, um Spannungsschwankungen und Überlastungen zu vermeiden. Achtung: Halten Sie ausreichenden Abstand zu spannungsführenden Teilen ein, um unabsichtlichen Kontakt zu vermeiden. Hinweis: Sorgen Sie entsprechend der verwendeten Spannung für eine sichere und übersichtliche Anordnung der Verkabelung. Achtung: Verwenden Sie isolierende Gehäuse oder Schutzbekleidungen, um das Produkt vor direktem Kontakt zu schützen. Hinweis: Setzen Sie das Produkt in ein nicht leitendes Gehäuse ein, um versehentliche Berührungen und Kurzschlüsse zu vermeiden. Das Produkt und die darauf befindlichen Komponenten können sich während des Betriebs erwärmen. Unsachgemäßes Umgang oder eine Überlastung des Produkts kann zu Verbrennungen, Beschädigungen oder Bränden führen. Beachten Sie die folgenden Sicherheitshinweise, um thermische Gefährdungen zu vermeiden: Achtung: Stellen Sie sicher, dass das Produkt innerhalb der empfohlenen Betriebstemperaturen verwendet wird. Hinweis: Der empfohlene Betriebstemperaturbereich liegt typischerweise zwischen -40°C und +85°C. Überprüfen Sie die spezifischen Angaben im Datenblatt des Produkts. Achtung: Platzieren Sie das Produkt nicht in der Nähe von externen Wärmequellen wie Heizkörpern oder direkter Sonnenstrahlung. Hinweis: Sorgen Sie dafür, dass das Produkt in einem kühlen und gut belüfteten Bereich betrieben wird. Achtung: Stellen Sie sicher, dass das Produkt gut belüftet ist, um eine Überhitzung zu vermeiden. Hinweis: Verwenden Sie Lüfter oder Kühlkörper, wenn das Produkt in einem geschlossenen Gehäuse betrieben wird oder in einer Umgebung mit eingeschränkter Luftzirkulation. Achtung: Montieren Sie das Produkt auf hitzebeständigen Oberflächen und in hitzebeständigen Gehäusen. Hinweis: Verwenden Sie Materialien für Gehäuse, die hohe Temperaturen aushalten können, um eine Beschädigung oder Feuergefahr zu vermeiden. Achtung: Implementieren Sie eine Überwachung der Temperatur bei Verwendung eines Gehäuses und gegebenenfalls Schutzmechanismen, die das Produkt abschalten, wenn es überhitzt. Hinweis: Verwenden Sie Temperaturfühler und entsprechende Software, um die Temperatur des Produkts zu überwachen und das System bei Bedarf abzuschalten. Achtung: Vermeiden Sie Überlastungen, die zu übermäßiger Erwärmung der Komponenten führen können. Hinweis: Überschreiten Sie nicht die spezifizierten Grenzwerte für Strom und Spannung, um eine Überhitzung zu verhindern. Achtung: Kurzschlüsse können erhebliche Hitze entwickeln und Brände verursachen. Hinweis: Stellen Sie sicher, dass alle Verbindungen korrekt und sicher sind und dass keine leitenden Objekte unbeabsichtigt Kurzschlüsse verursachen können.

<b>Beschreibung</b>	<b>3</b>
<b>Pinout</b>	<b>5</b>
<b>STM32CubeProg installieren</b>	<b>6</b>
<b>Installation der Arduino IDE</b>	<b>6</b>
<b>Installieren Sie das STM32 Add-on zur Arduino IDE</b>	<b>11</b>
<b>DFU-Bootloader einschalten</b>	<b>16</b>
<b>Skizze hochladen</b>	<b>17</b>

## Beschreibung

Der STM32F401 Blackpill basiert auf dem leistungsstarken M4 32-Bit-RISC-Kern, der mit einer Frequenz von bis zu 84 MHz arbeitet.

Der Mikrocontroller verfügt über eine Fließkommaeinheit (FPU) mit einfacher Genauigkeit, die alle ARM-Befehle und -Datentypen für die Verarbeitung von Daten mit einfacher Genauigkeit unterstützt. Außerdem implementiert er einen vollständigen Satz von DSP-Befehlen und eine Speicherschutzeinheit (MPU), die die Anwendungssicherheit erhöht.

Der STM32F401 verfügt über eingebettete Hochgeschwindigkeitsspeicher (bis zu 256 KByte Flash-Speicher, bis zu 64 KByte SRAM) und ein umfangreiches Angebot an erweiterten E/As und Peripheriegeräten, die an zwei APB-Busse, zwei AHB-Busse und eine 32-Bit-Multi-AHB-Busmatrix angeschlossen sind.

Alle Bausteine bieten einen 12-Bit-ADC, eine stromsparende RTC, sechs 16-Bit-Allzweck-Timer einschließlich eines PWM-Timers für die Motorsteuerung und zwei 32-Bit-Allzweck-Timer.

Außerdem verfügen sie über Standard- und erweiterte Kommunikationsschnittstellen.

- Bis zu drei I2Cs
- Bis zu vier SPIs
- Zwei Vollduplex-I2S-Schnittstellen. Um eine Genauigkeit der Audioklasse zu erreichen, können die I2S-Peripheriegeräte über eine dedizierte interne Audio-PLL oder über einen externen Taktgeber getaktet werden, um eine Synchronisierung zu ermöglichen.
- Drei USARTs
- SDIO-Schnittstelle
- USB 2.0 OTG-Schnittstelle mit voller Geschwindigkeit

## STM32F401 – Entwicklungsplatine

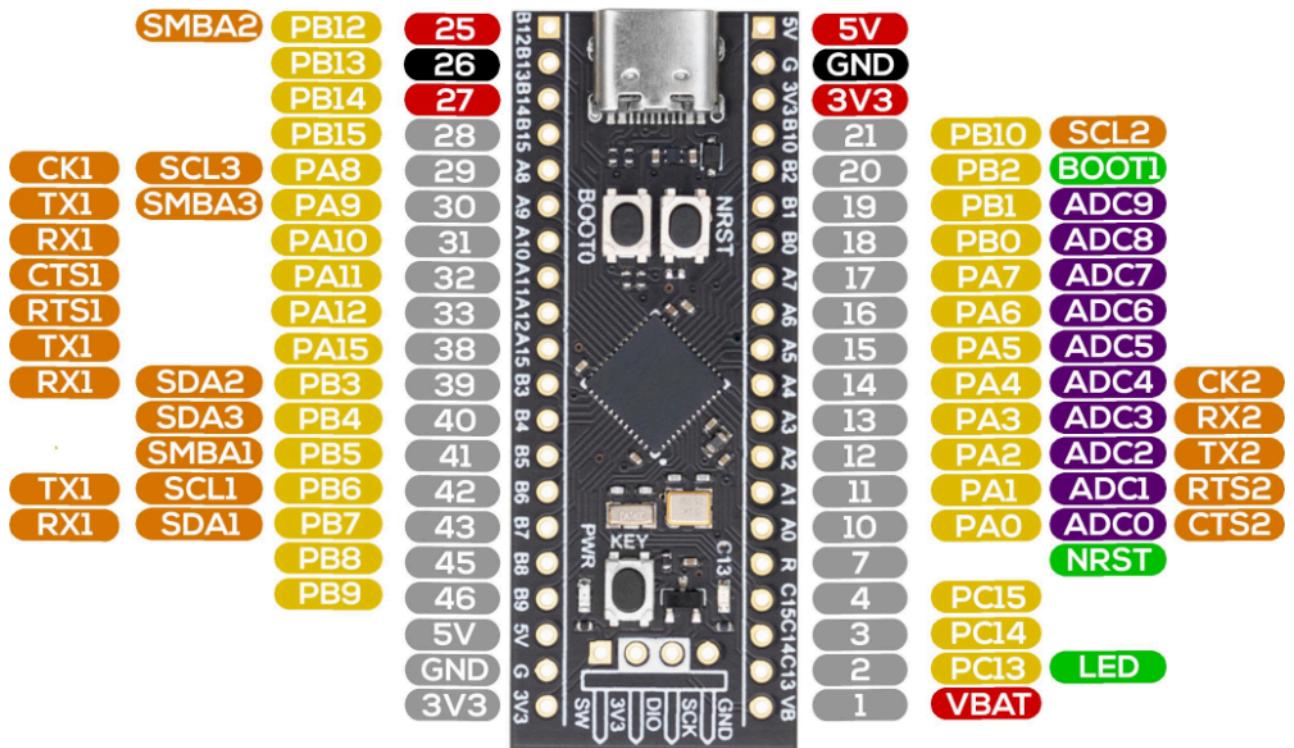
Der STM32F401xB/STM32F401xC arbeitet im Temperaturbereich von - 40 bis + 125 °C mit einer Versorgungsspannung von 1,7 (PDR OFF) bis 3,6 V. Ein umfassendes Angebot an Stromsparmodi ermöglicht die Entwicklung von Anwendungen mit geringem Stromverbrauch.

Dank dieser Eigenschaften eignen sich die STM32F401-Mikrocontroller für ein breites Spektrum von Anwendungen:

- Motorantrieb und Anwendungssteuerung
- Medizinische Geräte
- Industrielle Anwendungen: PLC, Wechselrichter, Leistungsschalter
- Drucker und Scanner
- Alarmanlagen, Video-Gegensprechanlagen und HVAC
- Audio-Haushaltsgeräte
- Sensor-Hub für Mobiltelefone

# STM32F401 – Entwicklungsplatine

## Pinout



## STM32F401 – Entwicklungsplatine

### STM32CubeProg installieren

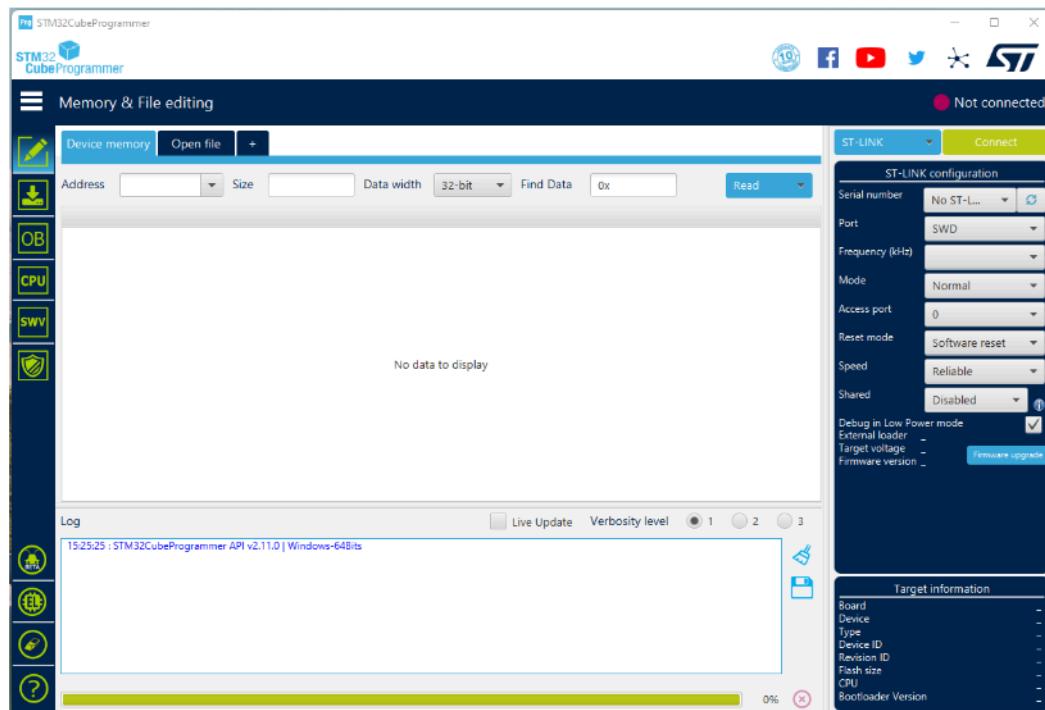
STM32CubeProg von ST.com herunterladen und installieren:

<https://www.st.com/en/development-tools/stm32cubeprog.html>

The screenshot shows the 'STM32CubeProgrammer' software page. At the top, there are two buttons: 'Get Software' and 'Download databrief'. Below this is a table listing four software versions for different platforms: Linux, Mac, Win32, and Win64. Each row includes a 'Get latest' button and a dropdown menu for selecting a specific version.

Part Number	General Description	Supplier	Download	All versions
STM32CubePrg-Lin	STM32CubeProgrammer software for Linux	ST	<b>Get latest</b>	Select version ▾
STM32CubePrg-Mac	STM32CubeProgrammer software for Mac	ST	<b>Get latest</b>	Select version ▾
STM32CubePrg-W32	STM32CubeProgrammer software for Win32	ST	<b>Get latest</b>	Select version ▾
STM32CubePrg-W64	STM32CubeProgrammer software for Win64	ST	<b>Get latest</b>	Select version ▾

Starten Sie das STM32CubeProg. Es sieht dann so aus:

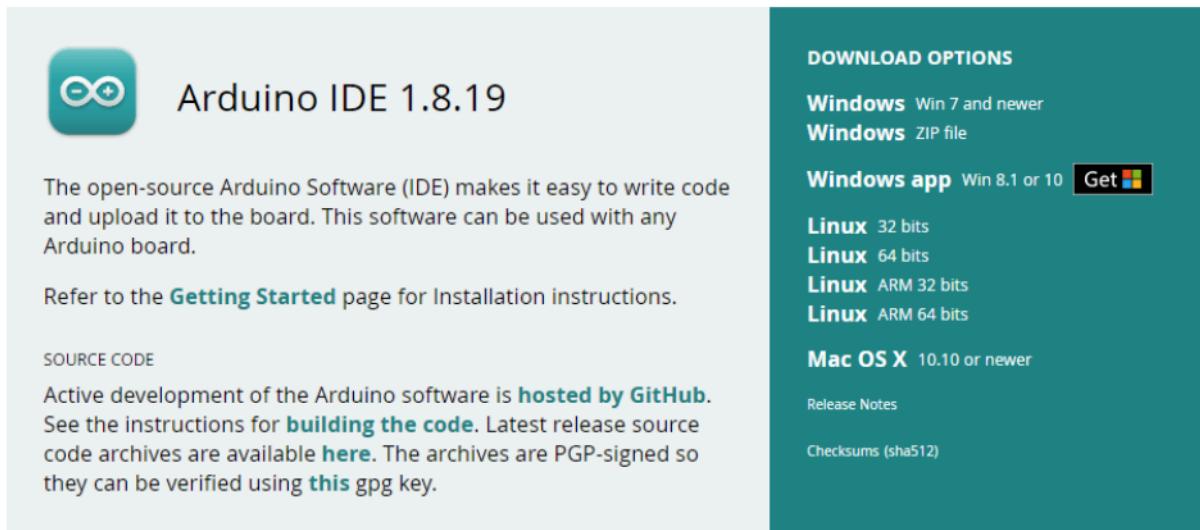


Schließen Sie das STM32CubeProg.

### Installation der Arduino IDE

Sie können die kostenlose Entwicklungsumgebung Arduino IDE über den folgenden Link herunterladen: <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>

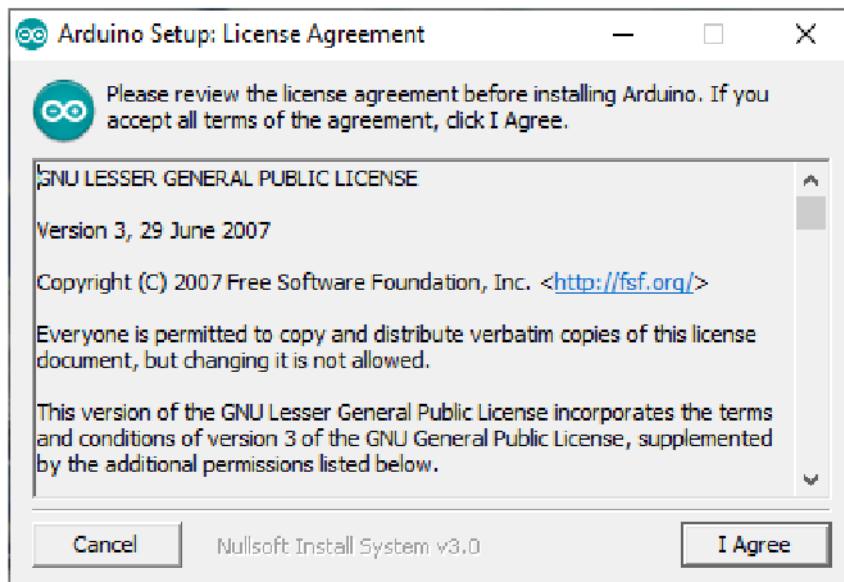
Windows-Benutzer sollten auf jeden Fall eine der ersten beiden Download-Optionen für die Arduino-IDE verwenden. Die "Windows App"-Version aus dem Windows Store führt zu Verbindungsproblemen, insbesondere bei der Verwendung von Boarddefinitionen von Drittanbietern.



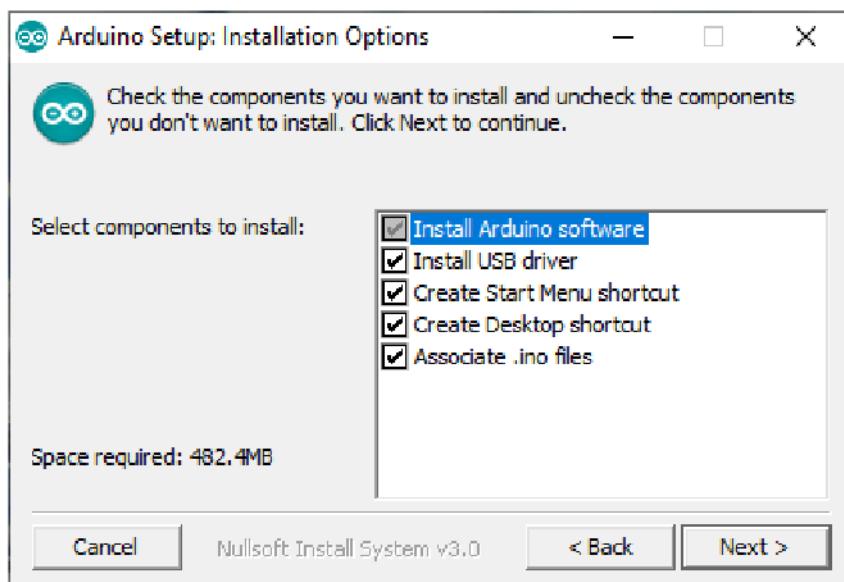
The screenshot shows the Arduino IDE download page. On the left, there's a teal button with a white infinity symbol and the text "Arduino IDE 1.8.19". Below it, a description states: "The open-source Arduino Software (IDE) makes it easy to write code and upload it to the board. This software can be used with any Arduino board." It also links to the "Getting Started" page for installation instructions. On the right, under "DOWNLOAD OPTIONS", there are links for Windows (Win 7 and newer, ZIP file), Windows app (Win 8.1 or 10, Get icon), Linux (32 bits, 64 bits, ARM 32 bits, ARM 64 bits), Mac OS X (10.10 or newer), Release Notes, and Checksums (sha512).

Nach dem Start der Arduino IDE Installationsdatei "arduino-1.X.X-windows.exe" müssen die Lizenzbedingungen der Software gelesen und akzeptiert werden:

## STM32F401 – Entwicklungsplatine



Im nächsten Schritt können verschiedene Optionen für die Installation ausgewählt werden.

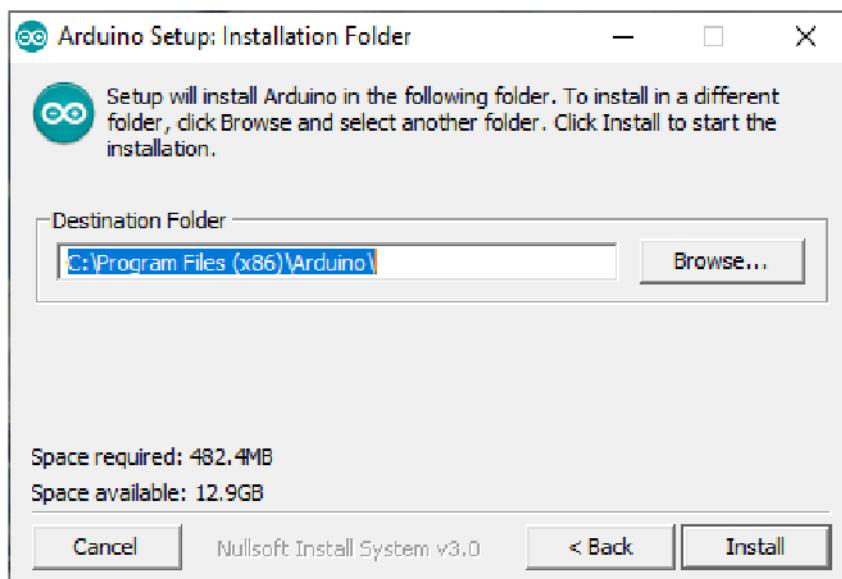


Es folgt ein kurzer Überblick über die verschiedenen Optionen mit einer kurzen Erläuterung zu jeder Option:

## STM32F401 – Entwicklungsplatine

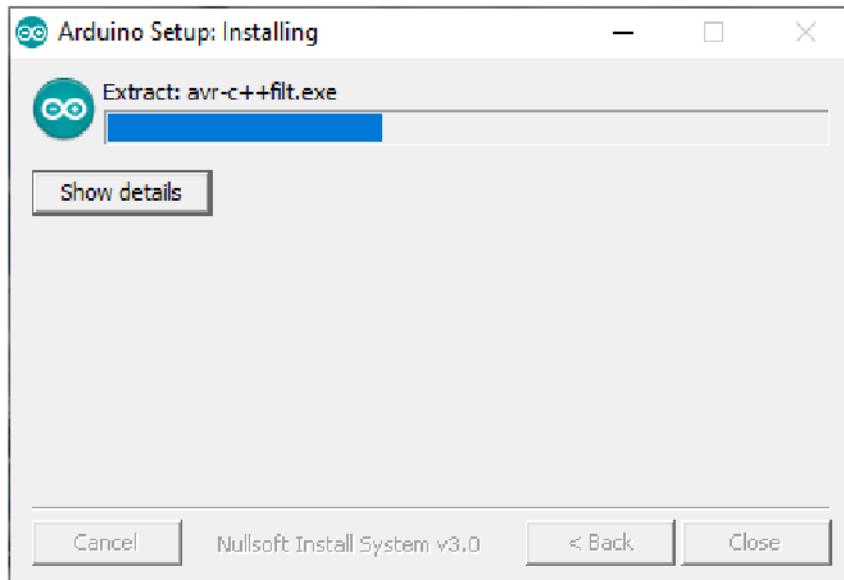
Option	Erklärung
Arduino-Software installieren	Installiert die Arduino IDE - Diese Option kann nicht abgewählt werden
USB-Treiber installieren	Installiert USB-Treiber für verschiedene andere Mikrocontroller. Diese sind nicht erforderlich, um die Software mit dem STM32F401 zu verwenden, aber wir empfehlen dringend, sie zu installieren, wenn Sie auch andere Mikrocontroller verwenden
Startmenü-Verknüpfung erstellen	Erzeugt eine Verknüpfung im Windows-Startmenü (optional)
Desktop-Verknüpfung erstellen	Erstellt eine Verknüpfung auf der Workstation (optional)
.ino-Dateien zuordnen	Erstellt eine Dateinamenerweiterung für Dateien mit der Endung .ino und verknüpft sie mit der Arduino IDE

Schließlich muss der Zielordner angegeben werden. Für die Installation werden etwa 500 MB freier Speicherplatz benötigt.

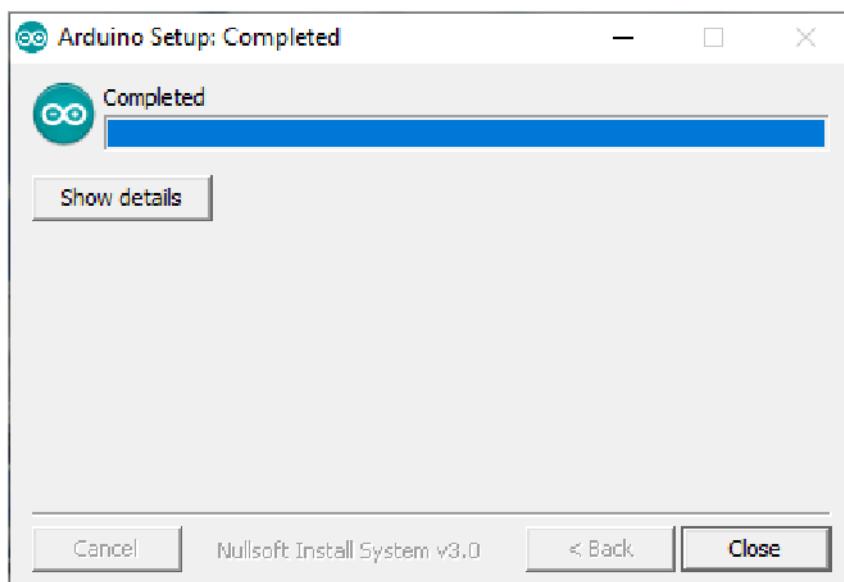


Klicken Sie auf "Installieren", um die Installation zu starten.

## STM32F401 – Entwicklungsplatine



Nach erfolgreicher Installation kann das Installationsprogramm über die Schaltfläche "Schließen" beendet werden:



## STM32F401 – Entwicklungsplatine

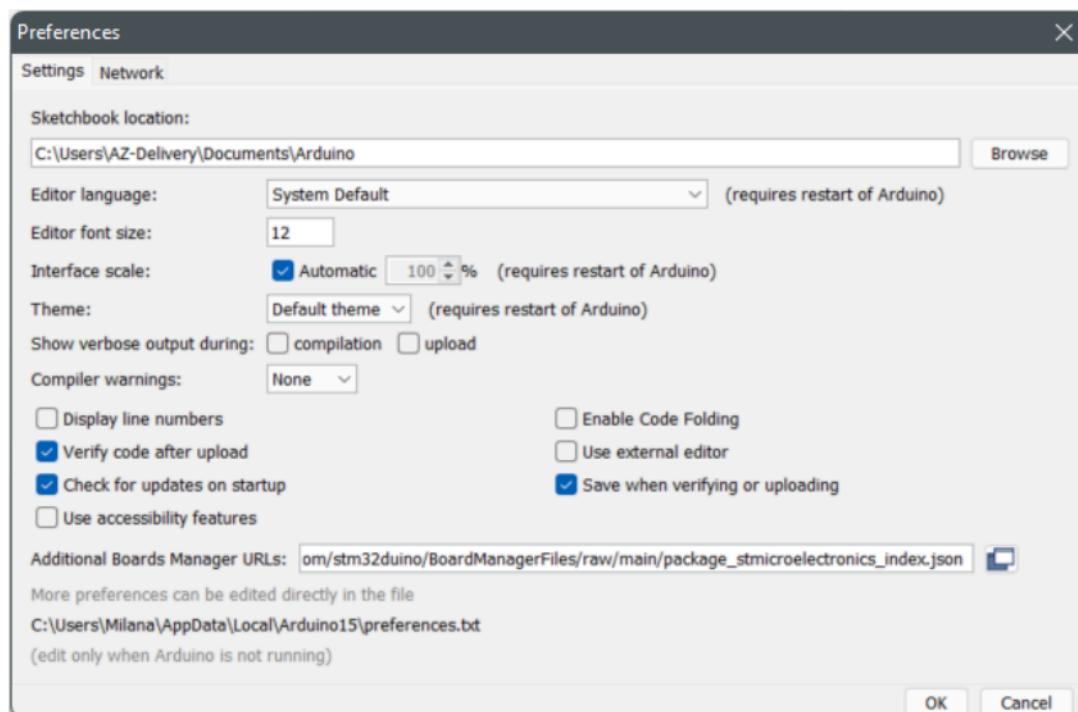
### Installieren Sie das STM32 Add-on zur Arduino IDE

Gehen Sie in Ihrer Arduino IDE zu File > Preferences

Fügen Sie die folgende URL in das Textfeld Zusätzliche Boardmanager-URLs ein:

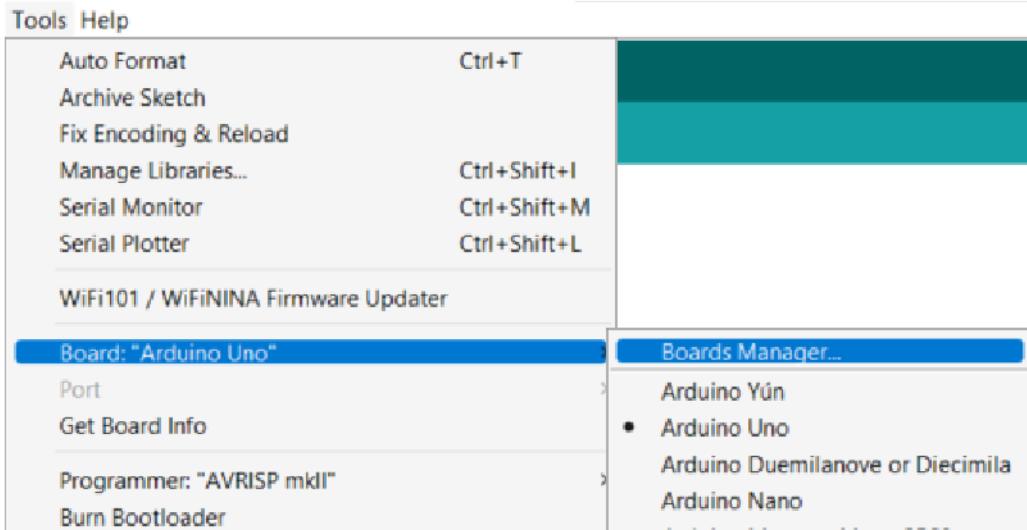
```
https://github.com/stm32duino/BoardManagerFiles/raw/main/package_stm  
icroelectronics_index.json
```

Wenn das Textfeld nicht leer ist, können Sie die URLs mit einem Komma trennen.

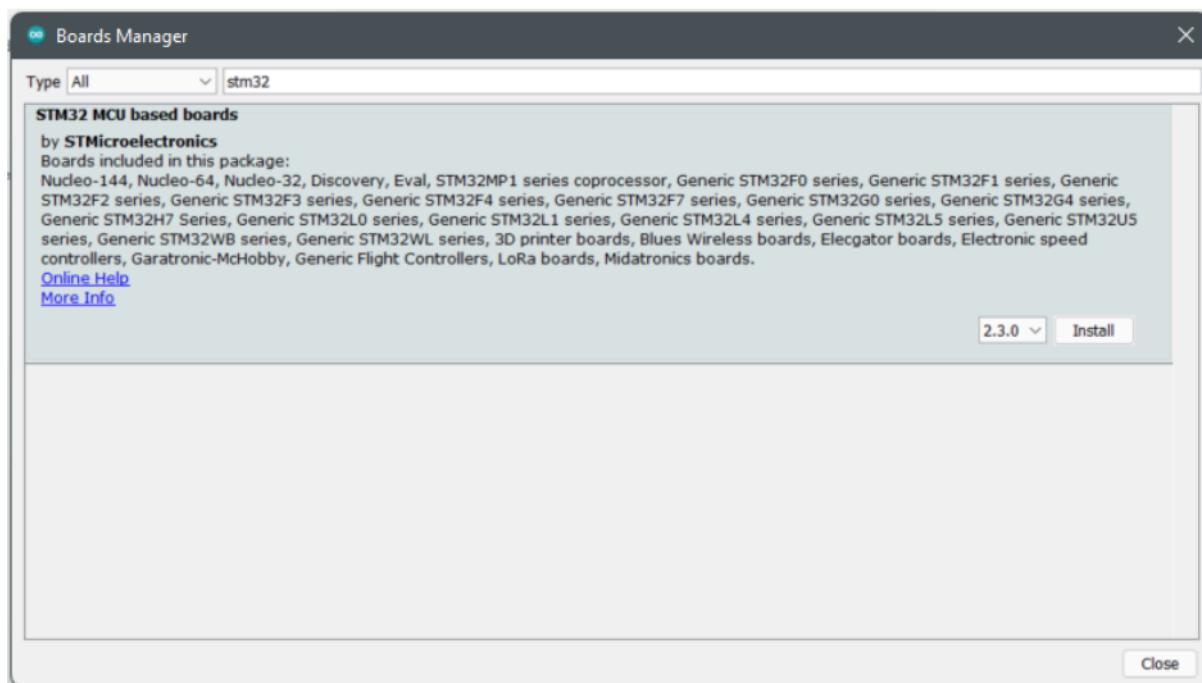


Gehen Sie zu Werkzeuge > Board > Boardverwalter

# STM32F401 – Entwicklungsplatine

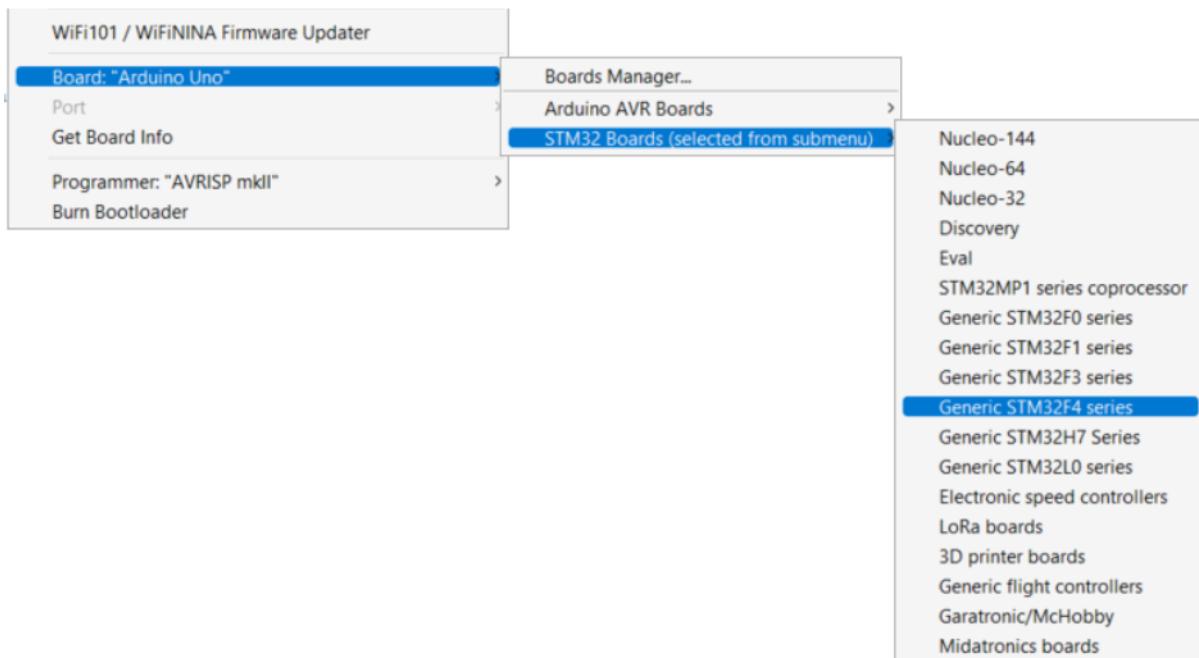


Suchen Sie nach STM32, wählen Sie die neueste Version aus und klicken Sie auf Installieren.



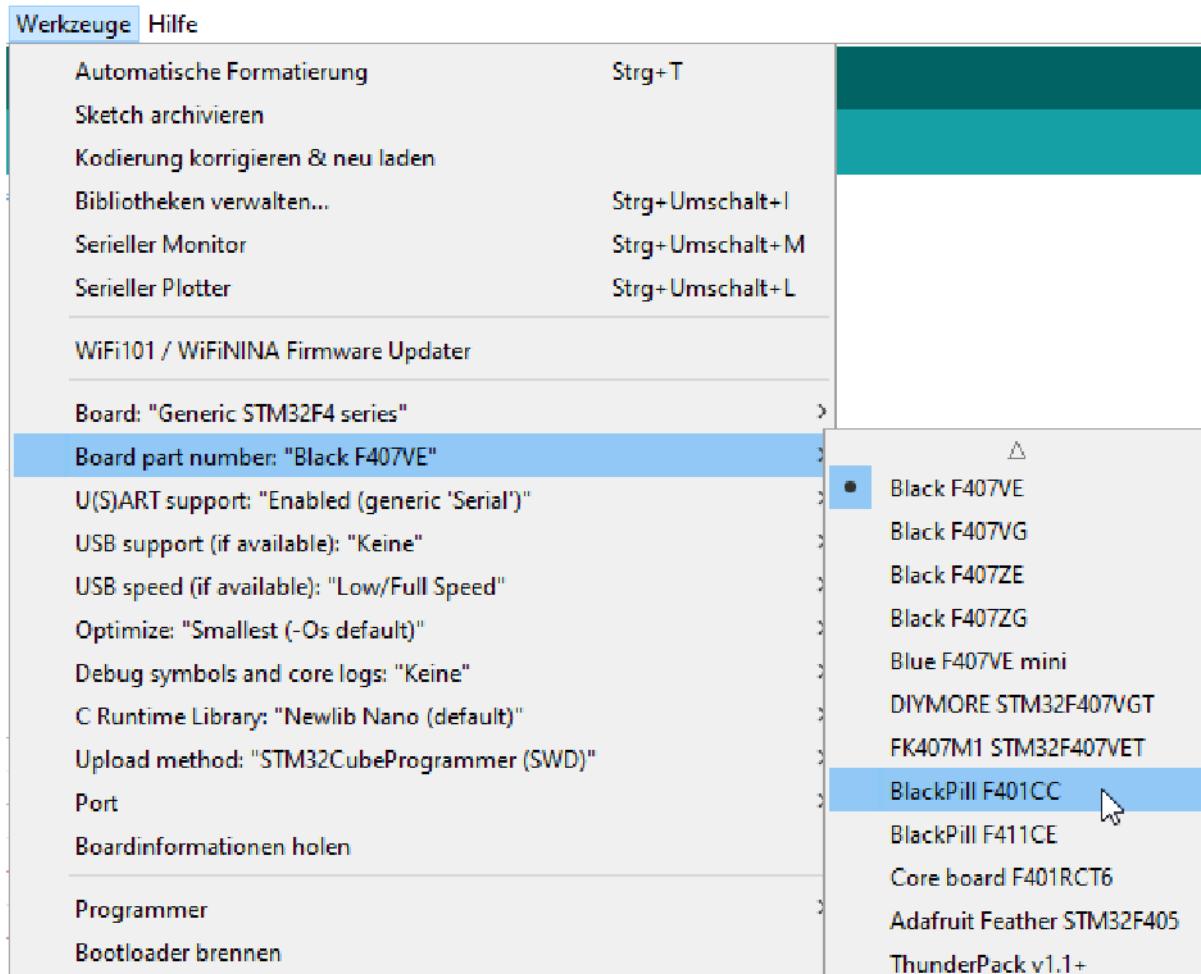
Das Herunterladen und Installieren umfasst einige Megabyte an Daten, haben Sie also etwas Geduld. Sobald die Installation abgeschlossen ist, beenden Sie die Arduino IDE und starten Sie sie neu.

## STM32F401 – Entwicklungsplatine



Wählen Sie Tools > Board Part Number > BlackPill F411CE

# STM32F401 – Entwicklungsplatine

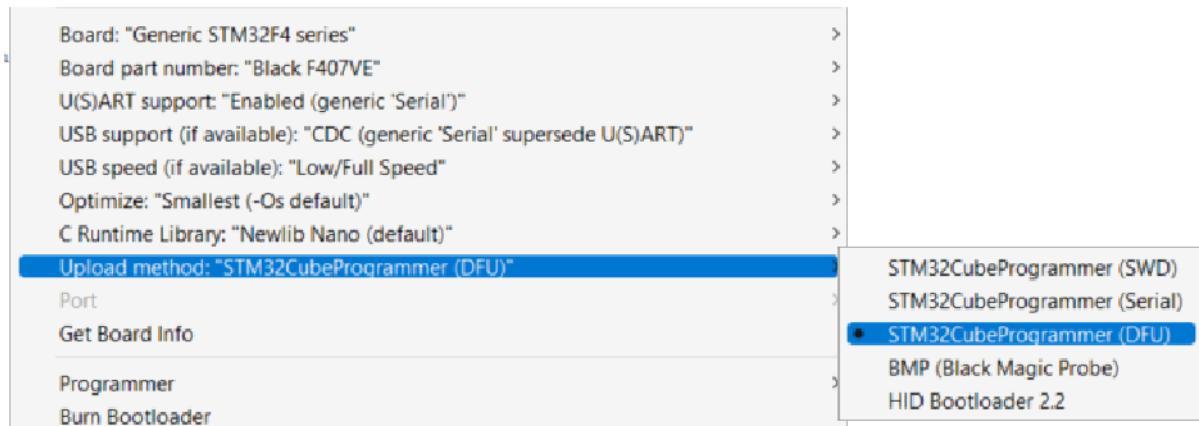


Wählen Sie unter USB-Unterstützung die Option CDC (das generische "Serial" ersetzt U(S)ART)

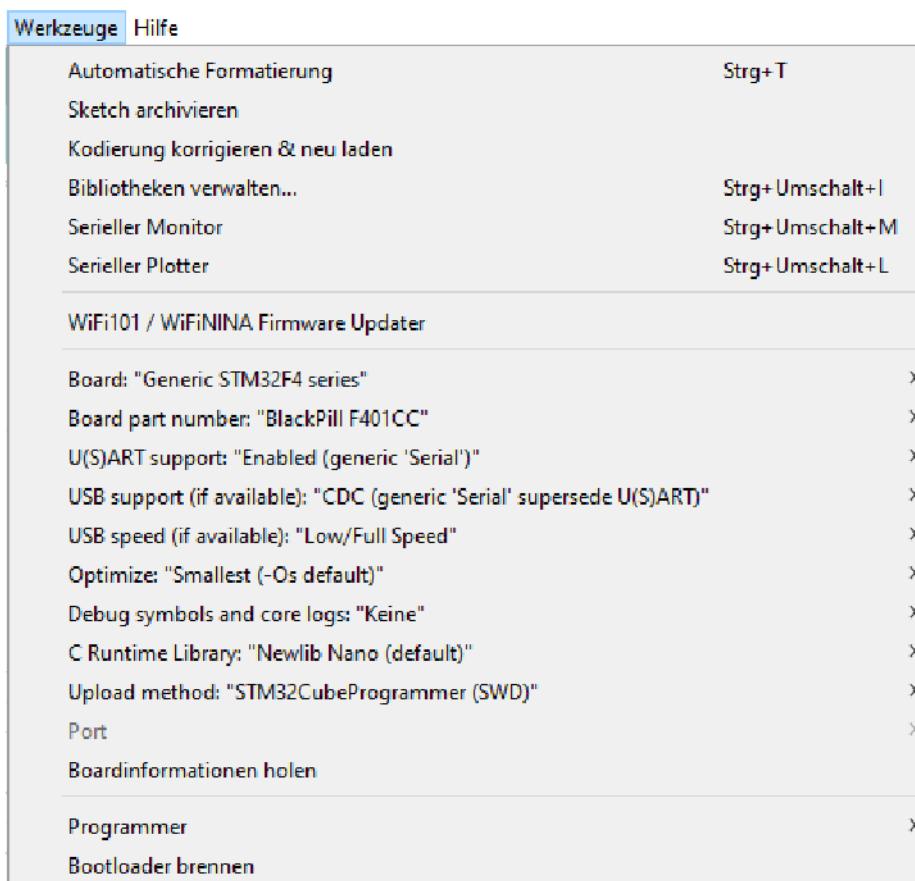


## STM32F401 – Entwicklungsplatine

Unter Upload-Methode, wählen Sie STM32CubeProgrammer(DFU)



Dies sind Ihre Tool-Konfigurationen:



Schließen Sie das STM32 Board an den USB-Port Ihres Computers an.

## DFU-Bootloader einschalten

Verwenden Sie den BOOT0- und den NRST-Taster, um das Board in den Bootloader-Modus zu versetzen:

- Drücken und halten Sie die BOOT0-Taste
- Drücken Sie den NRST (Reset)-Knopf und lassen Sie ihn los, um den Prozessor auszuschalten
- BOOT0-Taste loslassen

## Skizze hochladen

Erstellen Sie einen neuen Sketch und kopieren Sie den folgenden Code:

```
void setup() {
    pinMode(PC13, OUTPUT); // LED connect to pin PC13
}
void loop() {
    digitalWrite(PC13, HIGH);    // turn the LED on
    delay(1000);                // wait for 1000ms
    digitalWrite(PC13, LOW);     // turn the LED off
    delay(1000);                // wait for 1000ms
}
```

Klicken Sie auf die Schaltfläche Upload, um den Code zu kompilieren und auf das STM32-Board hochzuladen.

The screenshot shows a terminal window with the following text output:

```
Done uploading.

Erasing memory corresponding to segment 0:
Erasing internal memory sector 0
erasing sector 0000 @: 0x08000000 done
Download in Progress:

File download complete
Time elapsed during download operation: 00:00:00.586

RUNNING Program ...
Address:      : 0x8000000
Start operation achieved successfully
```

Sie sollten die blaue LED im Abstand von 1 Sekunde blinken sehen.

<https://az-delivery.de>

Viel Spaß!

Impressum

<https://az-delivery.de/pages/about-us>