



# Arduino

voor  
**dummies**<sup>®</sup>

**John Nussey**



**BBNC**  
uitgevers

**Amersfoort, 2016**

# Inhoud

<b>INLEIDING</b> .....	1
<b>DEEL 1: KENNISMAKEN MET ARDUINO</b> .....	7
<b>HOOFDSTUK 1: Wat is Arduino en waar komt het vandaan?</b> .....	9
Waar komt Arduino vandaan? .....	10
Al doende leren .....	14
'Patchen' .....	14
Hacken .....	14
'Circuit bending' .....	15
Elektronica .....	16
Ingangen .....	17
Uitgangen .....	17
Open source .....	18
<b>HOOFDSTUK 2: Arduino kopen en verkennen</b> .....	19
De Arduino Uno R3 .....	20
Het brein: de ATmega328 microcontroller .....	20
Contra-headers .....	22
Digitale aansluitingen .....	24
Analoge ingangen .....	24
Zijn er ook analoge uitgangen? .....	24
Voedingsuitgangen .....	24
De USB-aansluiting .....	25
De voedingsingang .....	25
Leds .....	26
De resetknop .....	27
Andere Arduino-printen .....	27
Officiële Arduino-printen .....	28
Goedgekeurde Arduino's van derden .....	30
Arduino kopen .....	31
Nederlandse Arduino-leveranciers .....	31
Internationale en zakelijke leveranciers .....	32
De gemakkelijkste weg: een beginnerspakket .....	33
Een werkplek kiezen .....	36
<b>HOOFDSTUK 3: Arduino-software downloaden en installeren</b> .....	37
Arduino installeren .....	38
Arduino installeren onder Windows .....	38
Arduino installeren onder Mac OS X .....	40

	Arduino onder Linux installeren	42
	De Arduino-werkomgeving verkennen	42
<b>HOOFDSTUK 4:</b>	<b>Een led laten knipperen</b>	47
	Werken met je eerste Arduino-schets	48
	De Blink-schets opzoeken	48
	Het type Arduino-print controleren	50
	De software configureren	51
	De schets uploaden	53
	Gefeliciteerd!	55
	Wat gebeurde er nu eigenlijk?	55
	De Blink-schets nader bekeken	55
	Commentaar	57
	Declaraties	58
	Variabelen	58
	Functies	59
	setup	60
	loop	62
	Meer geknipper, meer licht	64
	De schets aanpassen	65
<b>DEEL 2:</b>	<b>DE FYSIEKE WERELD EN ARDUINO</b>	67
<b>HOOFDSTUK 5:</b>	<b>Goed gereedschap</b>	69
	Goed gereedschap is het halve werk	69
	Breadboard	70
	Steekdraden	72
	Punttang	73
	Multimeter	73
	Werken met de multimeter	75
	Spanning (volts) meten in een circuit	75
	Stroom (in ampères) meten in een circuit	76
	De weerstand (in ohms) van een weerstand nameten	78
	De weerstand (in ohms) van een potmeter nameten	78
	Continuïteit (in piepjes) van een circuit meten	79
<b>HOOFDSTUK 6:</b>	<b>Enkele elektrolessen</b>	81
	Elektriciteit	81
	Belangrijke formules voor het bouwen van circuits	83
	De wet van Ohm	84
	Vermogen en stroom berekenen	86
	De wet van Joule	87
	Schema's lezen en tekenen	89
	Een eenvoudig schema	89
	De Arduino in een schema gebruiken	92
	Kleurconventies	94
	Datasheets	95
	Kleurcodes van weerstanden	96

<b>HOOFDSTUK 7:</b>	<b>Simpele schetsen: invoer, uitvoer en communicatie</b>	99
	Een schets uploaden	100
	Pulsbreedtemodulatie (PWM)	101
	De Fade-schets	102
	De Fade-schets toegelicht	105
	De Fade-schets aanpassen	108
	De Button-schets	111
	De Button-schets toegelicht	114
	De Button-schets aanpassen	116
	De schets AnalogInput	117
	De schets AnalogInput toegelicht	121
	De schets AnalogInput aanpassen	123
	Serieel communiceren	124
	De schets DigitalReadSerial	124
	De schets DigitalReadSerial toegelicht	127
	De schets AnalogInOutSerial	128
	De schets AnalogInOutSerial toegelicht	132
<b>HOOFDSTUK 8:</b>	<b>Meer simpele schetsen: beweging en geluid</b>	135
	Werken met elektromotoren	135
	Eenrichtingsverkeer met dioden	138
	Een gelijkstroommotor laten draaien	138
	De Motor-schets	139
	De Motor-schets toegelicht	143
	De motorsnelheid aanpassen	143
	De schets MotorSnelheid	143
	De schets MotorSnelheid toegelicht	144
	De motorsnelheid regelen	145
	De schets MotorRegeling	145
	De schets MotorRegeling toegelicht	148
	De schets MotorRegeling aanpassen	148
	Meer controle met servomotoren	150
	Een flinke zwaai maken	150
	De Sweep-schets	151
	De Sweep-schets toegelicht	153
	De servo besturen	155
	De Knob-schets	155
	De Knob-schets toegelicht	158
	Geluid maken	160
	Piëzobuzzers	160
	De schets toneMelody	161
	De schets toneMelody toegelicht	167
	Een muziekinstrument bouwen	171
	De schets tonePitchFollower	171
	De schets tonePitchFollower toegelicht	174

<b>DEEL 3: VOORTBOUWEN OP DE BASISBEGINSELEN</b> .....	177
<b>HOOFDSTUK 9: Leren van voorbeelden</b> .....	179
Skube .....	179
Hoe het werkt .....	180
Meer informatie .....	181
Chorus .....	182
Hoe het werkt .....	182
Meer informatie .....	183
Push Snowboarding .....	183
Hoe het werkt .....	184
Meer informatie .....	185
Baker Tweet .....	186
Hoe het werkt .....	186
Meer informatie .....	187
De Compass Lounge en Compass Card van het National Maritime Museum .....	187
Hoe het werkt .....	188
Meer informatie .....	190
De Good Night Lamp .....	190
Hoe het werkt .....	190
Meer informatie .....	191
Little Printer .....	192
Hoe het werkte .....	192
Flap to Freedom .....	193
Hoe het werkte .....	193
Meer informatie .....	194
<b>HOOFDSTUK 10: Aan de soldeerbout</b> .....	195
Wat is solderen? .....	195
De benodigdheden voor solderen .....	196
Een werkruimte inrichten .....	197
Een soldeerbout uitkiezen .....	198
Soldeertin .....	202
Derde hand .....	204
Zijkniptang .....	204
Striptang .....	205
Punttang .....	206
Multimeter .....	206
Desoldeerpomp .....	206
Desoldeerlitze .....	207
Montagedraad .....	208
Veilig solderen .....	209
De soldeerbout .....	209
Oogbescherming .....	210
Ventilatie .....	210

	De soldeerbout schoonhouden	210
	Eet het soldeertin niet op!	210
	Een shield in elkaar solderen	211
	De componenten van het circuit klaarleggen	212
	De opbouw	213
	De header op lengte knippen	213
	Leren solderen	214
	Een circuit opbouwen	218
	Thuisraken in het circuit	218
	Een lay-out van het circuit maken	219
	De bedrading voorbereiden	219
	Het circuit solderen	220
	De print fatsoeneren	220
	Het shield testen	221
	Het project inbouwen	222
	Behuizingen	222
	Bedrading	223
	De print en andere elementen vastzetten	224
<b>HOOFDSTUK 11:</b>	<b>Slimmere code schrijven</b>	225
	Beter knippen	225
	Het BlinkWithoutDelay-project	227
	De schets BlinkWithoutDelay toegelicht	230
	Schakelaars ontstuiten	232
	Het Debounce-project	233
	De Debounce-schets toegelicht	236
	Drukknop deluxe	238
	Het StateChangeDetection-project	238
	De schets StateChangeDetection toegelicht	242
	Analoge signalen gladstrijken	245
	Het Smoothing-project	245
	De Smoothing-schets toegelicht	248
	Ingangen kalibreren	251
	Het Calibration-project	251
	De Calibration-schets toegelicht	255
<b>HOOFDSTUK 12:</b>	<b>Sensatie zoeken met sensoren</b>	259
	Drukknoppen vereenvoudigen	260
	Het DigitalInputPullup-project	261
	De schets DigitalInputPullup toegelicht	264
	Piëzosensoren gebruiken	265
	Het Knock-project opbouwen	266
	De Knock-schets toegelicht	269
	Drukdetectoren, druksensoren en load-cells	271
	Het toneKeyboard-project	274
	De schets toneKeyboard toegelicht	277

Gebruikmaken van gevoeligheden . . . . .	278
Het CapPinSketch-project opbouwen . . . . .	282
De schets CapPinSketch toegelicht. . . . .	284
Net als in de film: een laseralarm . . . . .	288
Het AnalogInOutSerial-project opbouwen. . . . .	289
De schets AnalogInOutSerial toegelicht. . . . .	292
Beweging detecteren. . . . .	292
Het DigitalReadSerial-project met een PIR-sensor. . . . .	294
De schets DigitalReadSerial toegelicht. . . . .	297
Afstand meten . . . . .	298
Het MaxSonar-project. . . . .	299
De MaxSonar-schets toegelicht. . . . .	302
Testing, 1, 2, 3 . . . hoort iemand mij? . . . . .	304
De schets AnalogInOutSerial oren geven. . . . .	305
De schets AnalogInOutSerial toegelicht. . . . .	308

## **DEEL 4: DE VOLLE KRACHT VAN ARDUINO BENUTTEN** . . . . . 309

### **HOOFDSTUK 13: Expertise opdoen met shields en library's** . . . . . 311

De wereld van shields . . . . .	312
Shields combineren. . . . .	312
Wat er zoal verkrijgbaar is . . . . .	313
Bij de tijd blijven . . . . .	328
Aan de slag met library's . . . . .	329
De standaardlibrary's. . . . .	330
Extra library's installeren. . . . .	332

### **HOOFDSTUK 14: Meer ingangen, meer uitgangen** . . . . . 335

Meerdere leds aansturen . . . . .	336
Het AnalogWriteMega-project . . . . .	338
De schets AnalogWriteMega toegelicht . . . . .	342
De schets AnalogWriteMega aanpassen . . . . .	344
Eindeloos veel leds aansturen . . . . .	347
Het shiftOutCode-project . . . . .	350
De schets shiftOutCode toegelicht . . . . .	354
De schets shiftOutCode2 . . . . .	356
Meer doen met hetzelfde circuit. . . . .	359

### **HOOFDSTUK 15: Slim uitbreiden met I<sup>2</sup>C** . . . . . 361

Wat is I <sup>2</sup> C? . . . . .	361
De I <sup>2</sup> C-gestuurde PWM/servoprint assembleren . . . . .	364
De PWM/servoprint gebruiken. . . . .	366
De schets PWMServoDriver toegelicht. . . . .	373
Servomotoren uitkiezen . . . . .	376
Andere toepassingen van I <sup>2</sup> C. . . . .	378

<b>DEEL 5: HET DEEL VAN DE TIENTALLEN</b> .....	379
<b>HOOFDSTUK 16: Tien plaatsen met meer informatie over Arduino</b> .....	381
Arduino Blog (Engels) .....	382
Arduino Forum (Nederlands) .....	382
Arduino-forum (Nederlands) .....	382
Hack a Day (Engels) .....	382
SparkFun (Engels) .....	383
Adafruit (Engels) .....	383
MAKE (Engels) .....	383
Maker Education (Nederlands) .....	384
Bildr (Engels) .....	384
YouTube .....	384
<b>HOOFDSTUK 17: Tien leveranciers van Arduino en elektronica</b> .....	385
Kiwi Electronics .....	386
iPrototype .....	386
HobbyElectronica .....	386
Antratek Electronics .....	386
TinyTronics .....	387
OpenCircuit .....	387
Hackerstore .....	387
SOS Solutions .....	388
Elektor .....	388
Conrad .....	388
<b>Index</b> .....	389



# Voorwoord

Het uitkomen van een *Voor Dummies*-boek over een product is absoluut een mijlpaal in de geschiedenis van dat product.

Het programmeren van controllerchips was nog niet zo lang geleden erg ingewikkeld werk, voorbehouden aan ervaren ingenieurs die bereid waren de obscure assembly-programmeertaal te leren. De afgelopen tien jaar zijn echter allerlei initiatieven gestart om het gebruik van deze programmeerbare chips eenvoudiger en toegankelijker te maken voor gewone mensen. Arduino is een van de nieuwste initiatieven om technologie creatiever en minder intimiderend te maken.

Samen met John zagen we hoe dit nieuwe creatieve gereedschap werd omarmd door ontwerpers en kunstenaars in Londen en in allerlei gedenkwaardige projecten werd toegepast. Arduino heeft vanuit het lab van Arts & Design zijn weg gevonden naar de buitenwereld en is een van de meest gebruikte gereedschappen geworden voor mensen die er hun mooiste ideeën mee realiseren.

Ik ben erg blij dat John dit boek wilde schrijven; hij was een van de eerste gebruikers van het Arduino-platform in de tijd dat het nog grotendeels experimenteel was. Sindsdien heeft hij de meest uiteenlopende groepen mensen leren werken met Arduino.

Arduino biedt ook de absolute beginner de mogelijkheid om in korte tijd de mooiste dingen te realiseren, zeker met de juiste gereedschappen en goed lesmateriaal, zoals dit boek.

Massimo Banzi

## Over de auteur

**John Nussey** is een creatieve techneut en woont in Londen. Zijn werk bestaat uit het inzetten van technologie op allerlei innovatieve en interessante manieren. Zo werkt hij aan het digitaliseren van gebruiksvorwerpen, het schrijven van creatieve programma's, het ontwerp van interactieve systemen en het maken van prototypen van producten.

In zijn carrière heeft hij projecten uitgevoerd voor belangrijke klanten zoals ARUP, de BBC, het Museum for Science and Industry, het National Maritime Museum, Nokia en het Southbank Centre.

Hij is een fervent promotor van Arduino als ontwikkelplatform en heeft talloze mensen lesgegeven in de kunst van het ontwerpen van interactieve systemen en prototyping. Dit deed hij op tal van instellingen, waaronder Goldsmiths College, de Bartlett School of Architecture, het Royal College of Art en OneDotZero.

## Opdracht

Dit boek is opgedragen aan Avril, mijn grote liefde (en de enige die ik vertrouw met een soldeerbout), voor haar aanmoediging op de momenten dat ik aan het schrijven was en voor de afleiding op de momenten dat ik wilde dat ik iets anders kon doen; aan Roanne en Oliver, voor onze boeiende gesprekken over literatuur; aan Craig, die me vanaf de Amerikaanse kant van de oceaan hielp; aan alle vrienden bij Kin's, die ook na zes maanden nog interesse veinsden en bleven vragen hoe het met het boek ging; en aan Alexandra, voor alle ondersteuning die ertoe heeft geleid dat ik in zo'n leuk en interessant vak terecht ben gekomen.

## Dankwoord

John wil graag zijn dank uitspreken aan iedereen bij de uitgever, in het bijzonder aan Craig Smith, die altijd goedgehumeurd is en me waar nodig tactvol herinnerde aan belangrijke dingen; en aan Susan Christophersen, voor al haar moeite en niet aflatende ondersteuning.

Veel dank ook aan Andy Huntington voor zijn uitstekende technische redactiewerk en voor zijn humoristische opmerkingen, die me door menig lange werknacht hebben geholpen.

Verder gaat mijn dank uit naar mijn vrienden, familie en geliefden voor hun aanmoediging en enthousiasme. Ik vind het geweldig leuk om dingen te creëren en ik hoop dat dit boek ervoor zorgt dat ook jij het plezier leert kennen om zelf dingen te maken.

# Inleiding

---

**A**rduno is een samenstel van een gereedschap, een gemeenschap en een manier van denken die onze kijk op en het gebruik van technologie op de kop kan zetten. Het heeft bij veel mensen hernieuwde interesse gewekt in elektronica; mensen, mezelf inbegrepen, die elektronica alleen maar kenden als een paar saaie natuurkundelessen.

Arduino is een klein elektronisch printplaatje met enorme mogelijkheden. Je kunt er één enkele led mee in morsecode laten oplichten, maar je kunt er ook de verlichting van een compleet gebouw mee besturen. De mogelijkheden zijn eindeloos en worden eigenlijk alleen begrensd door je eigen fantasie.

Arduino is ook een nieuw, praktisch gereedschap voor technisch onderwijs, waarmee ook niet-nerds heel eenvoudig kleine elektronische projecten kunnen realiseren. Hopelijk is dit voor jou een aanmoediging om verder te lezen en je gaandeweg aan grotere projecten te wagen.

Tevens is er een nog steeds groeiende gemeenschap van Arduino-gebruikers ontstaan, die van elkaar leren en ook de filosofie van open source ondersteunen door de details van hun projecten met elkaar te delen. Deze 'Arduinisten' en hun bewonderaars zijn mede door het open-source-karakter van dit gebeuren verantwoordelijk voor een groot deel van het succes van Arduino.

Arduino is meer dan zomaar een digitaal speeltje; het is een stuk technologie dat het toepassen en begrijpen van onze moderne technologie een stuk gemakkelijker maakt.

Mocht het je ook na deze uitleg niet bijzonder interesseren om de mogelijkheden van deze technologie beter te leren kennen, dan is dit boek niets voor jou en kun je je tijd beter besteden.

Aan alle anderen: lees vooral verder!

# Over dit boek

Dit mag dan een technisch boek zijn, het is beslist niet geschreven voor alleen maar techneuten. Arduino is juist bedoeld om door iedereen gebruikt te kunnen worden, ongeacht of je nu erg technisch, creatief, handig of alleen maar nieuwsgierig bent. Je hebt om te beginnen eigenlijk alleen een open geest nodig en misschien een probleem dat je wilt oplossen. Je zult dan al snel ontdekken wat Arduino je allemaal kan bieden.

Arduino heeft niet alleen mijn eigen interesse in elektronica opnieuw gewekt, maar heeft ook op allerlei manieren bijgedragen aan mijn carrière. Toen ik voor het eerst een Arduino-workshop bezocht, had ik geen enkele ervaring met programmeren en wist ik amper welke kant van de soldeerbout ik vast moest houden (geen zorgen, ook solderen komt in dit boek aan bod). Tegenwoordig bestaat het grootste deel van mijn werk uit het bouwen van interactieve installaties, het maken van prototypen van producten en het zoeken naar nieuwe manieren om te spelen met technologie, allemaal dankzij Arduino.

Ik denk dat Arduino een uitstekend systeem is om mensen op een eenvoudige manier kennis te laten maken met elektronica en programmeren, ook als ze op school wat minder geïnteresseerd waren in de exacte vakken. Met dit boek in de hand kan iedereen al snel aan de slag met het probleem of het project dat ze interesseert en al doende ontdekken wat er mogelijk is.

## Enkele aannamen

Dit boek gaat er niet vanuit dat je enige technische kennis hebt. Arduino is een zeer gebruikersvriendelijk platform waarmee je al doende kennis kunt opdoen op het gebied van elektronica en programmeren. Het is geschikt voor mensen van alle leeftijden en achtergronden, ongeacht of je een ontwerper, kunstenaar of hobbyist bent.

Arduino kan echter ook bijzonder nuttig zijn voor mensen die al wel beschikken over technische kennis en vaardigheden. Misschien heb je al enige ervaring met programmeren en wil je die kennis praktisch gaan inzetten in de wereld om je heen, of misschien ben je al thuis op het gebied van elektronica, maar wil je wat meer intelligentie in je projecten inbouwen.

Hoe dan ook, je zult ontdekken dat Arduino enorm veel te bieden heeft. Het is helemaal aan jou wat je ermee tot stand brengt.

Dit boek begint met een eenvoudige kennismaking met Arduino, zodat je een beeld krijgt van wat het nu precies is en hoe je het gebruikt. Gaandeweg zul je meer technische dingen tegenkomen die soms wat meer moeite kosten om te begrijpen. Toch is alles zo opgebouwd dat we telkens simpel beginnen en daarop voortbouwen voor de wat ingewikkeldere dingen.

Veel van wat je in dit boek leest is gebaseerd op mijn eigen ervaringen als leerling en als leraar. Ik ben zelf zonder enige voorkennis met Arduino begonnen en heb de ervaring dat je al doende het beste leert; het meest leer je nog van je eigen projecten. Gebruik de eenvoudige voorbeelden in dit boek als uitgangspunt voor je eigen projecten en gebruik de opgedane kennis voor het oplossen van problemen, de creatie van dingen of simpelweg voor je eigen vermaak.

## De opbouw van dit boek

*Arduino voor Dummies* is zo opgezet dat je zonder problemen dingen kunt overslaan of in een andere volgorde kunt doen. Wanneer je al ervaring hebt met Arduino, kun je de eerste hoofdstukken overslaan; mocht je juist weer even je geheugen willen opfrissen over wat Arduino nu ook alweer is, begin dan gewoon bij hoofdstuk 1.

### Deel I: Kennismaken met Arduino

In deel I maak je kennis met Arduino en leggen we uit hoe en waarom dit platform tot stand is gekomen. Daarna gaan we wat verder in op de details van het systeem, dat bestaat uit een kleine printplaat en bijbehorende pc-software. Ook leer je hoe je je eerste programma (*schets*) naar Arduino uploadt.

### Deel II: De fysieke wereld en Arduino

Dit deel gaat in op het bouwen van eenvoudige prototypen met behulp van breadboards en andere componenten die de verbinding vormen tussen Arduino en de fysieke wereld. Met slechts een handjevol eenvoudige componenten kun je al tal van projecten bouwen; deze projecten kun je weer gebruiken als basis van je eigen projecten.

## Deel III: Voortbouwen op de basisbeginselen

Als het goed is, heb je aan de hand van de simpele projecten in deel II genoeg kennis opgebouwd om je te wagen aan wat ingewikkeldere dingen. In deel III gaan we in op enkele bestaande projecten die hun weg naar de buitenwereld al hebben gevonden en leer je hoe je zelf een prototype-print in elkaar soldeert voor je eigen projecten. Ook maak je kennis met allerlei sensoren die de verbinding vormen tussen Arduino en de wereld om ons heen en leggen we uit hoe je het gedrag van je elektronische circuits kunt aanpassen en verbeteren door te knutselen aan de software.

## Deel IV: De volle kracht van Arduino benutten

In dit deel gaan we nog weer een flinke stap verder. Zo maak je hier kennis met diverse zogenoemde *shields*, kant-en-klare printjes die de functionaliteit van Arduino enorm kunnen uitbreiden. Ook gaan we in op het aanpassen van bestaande hardware en staan we kort stil bij Processing, een zusterproject van Arduino dat opensource-hardware combineert met pc-software.

## Deel V: Het deel van de tientallen

Geen *Voor Dummies*-boek is compleet zonder een deel van de tientallen. In dit deel vind je onder meer een hoofdstuk met tien handige weetjes omtrent Arduino en een hoofdstuk met tien leveranciers van Arduino-hardware en elektronica-componenten.

## De pictogrammen in dit boek

We gebruiken in *Arduino voor Dummies* pictogrammen om je te wijzen op belangrijke dingen. Dit zijn ze:



TIP

Dit pictogram attendeert je op een handig weetje of andere nuttige informatie. Vaak gaat het om iets wat je het nodige werk bespaart of om een oplossing voor veelvoorkomende problemen.



PAS OP

Werken met Arduino is totaal ongevaarlijk; het systeem is erg veilig en gebruikersvriendelijk. De elektronica is echter wel gevoelig voor beschadiging door bijvoorbeeld kortsluiting en wanneer je een project maakt dat met netspanning werkt, loop je zelf ook risico's. Let dus even goed op wat je doet wanneer je dit pictogram tegenkomt.



BELANGRIJK

Lees de informatie bij dit pictogram goed door, want het gaat vaak om dingen die essentieel zijn voor het succes van een project.



TECHNISCHE  
INFO

Dit pictogram duidt op wat diepgravendere technische informatie, speciaal bedoeld voor de technisch geïnteresseerden. Het mooie van Arduino is dat je dit soort details niet per se hoeft te weten, maar toch kunnen ze erg verhelderend zijn. Je kunt deze informatie dus rustig overslaan, of later nog eens op je gemak teruglezen en uitpluizen.

## Hoe nu verder

Wanneer je ook maar enigszins onzeker bent over waar te beginnen, raden we aan om gewoon met hoofdstuk 1 aan de slag te gaan. Tegen het einde van hoofdstuk 2 heb je al een aardig beeld van wat Arduino is en wat je er zoal mee kunt doen.

Wanneer je al ervaring hebt met Arduino, kun je meteen bij hoofdstuk 4 beginnen, waar je meteen met een simpel project aan de slag gaat.