

# Arduino

projecten voor gevorderden

Dr. Günter Spanner

# Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>9</b>
1.1	Het Arduino-project	10
1.2	Opzet en doelgroep	10
<b>2</b>	<b>Opbouw en werking van de hardware</b>	<b>11</b>
2.1	Keuzemogelijkheden te over: Arduino-versies	12
2.2	Een shield voor alles en nog wat	13
	2.2.1 Proto-shield	13
	2.2.2 Motor-shield	13
	2.2.3 Ethernet-shield	14
2.3	Zonder stroom gebeurt er niets: de voeding	14
2.4	De microcontroller: het hart van de Arduino	15
2.5	Verbinding met de PC: de USB-interface	16
<b>3</b>	<b>Programmeren in de ontwikkelomgeving</b>	<b>17</b>
3.1	De geïntegreerde ontwikkelomgeving	17
3.2	Voor Linux-adepten: Arduino IDE onder Ubuntu	23
3.3	Alle begin is simpel: een knipperlicht	24
3.4	De algemene opzet van een Arduino-sketch	24
3.5	C – de programmeertaal van de Arduino	27
3.6	Programmastructuur	29
3.7	Arduino-specifieke functies	29
3.8	De puntjes op de i: syntax	29
3.9	Opslaan van informatie: variabelen	30
3.10	Wiskunstigheden: operatoren	31
3.11	Duidelijkheid met logische operatoren	32
3.12	Onveranderlijke parameters: constanten	35
3.13	Omgang met gegevens van hetzelfde type: arrays	36
3.14	Programmaverloop	36
3.15	Heersen over de tijd	39
3.16	Wiskundige functies	40
3.17	Toevalsgetallen	40
3.18	Meer mogelijkheden met bibliotheken	40
<b>4</b>	<b>Elektronische componenten en goedkope 'Freduino's'</b>	<b>43</b>
4.1	Breadboard: simpel, effectief en zonder solderen	43
4.2	Experimenteerprint: duurzaam zonder etsen	44
4.3	Goedkope 'Freduino's'	45
4.4	Arduino en zijn maatjes: elektronische componenten	46

4.4.1	USB-kabel	46
4.4.2	Weerstanden	46
4.4.3	Condensatoren	47
4.4.4	Potentiometers	47
4.4.5	LED's	48
4.4.6	RGB-LED's	48
4.4.7	Schakelaars	48
4.4.8	Silicium-dioden	49
4.4.9	Transistoren	49
<b>5</b>	<b>Hallo wereld</b>	<b>51</b>
5.1	Licht op de loop	52
5.2	Er zij meer licht: aansturen van vermogens-LED's	53
5.3	'POVino': persistence of vision	54
<b>6</b>	<b>Displays en displaytechnieken</b>	<b>57</b>
6.1	Het balkdisplay: goud van oud	57
6.2	Simpel en goedkoop: 7-segment-displays	58
6.3	Een viercijferig display voor meetinstrumenten	61
6.4	Mini-monitor voor symbolen en logo's: het dotmatrix-display	65
6.5	Dotmatrix-display als tweecijferig numeriek display	68
6.6	De micro leert schrijven: alfanumeriek display	70
6.7	Het LC-display	73
<b>7</b>	<b>Metingen en sensoren</b>	<b>77</b>
7.1	Veelzijdig en gemakkelijk af te lezen: LED-voltmeter	77
7.2	V/A-meter: precisie-instrument voor het hobbylab	79
7.3	Kilo-ohmmeter voor speciale toepassingen	83
7.4	'Elcduino': nooit meer problemen met elco's	85
7.5	'Picofarduino': meting van kleinere condensatoren	88
7.6	'Transistino': transistortester	89
7.7	Een eenvoudige NTC-thermometer	91
7.8	Warm of koud? Temperatuurmeting met de AD22100	93
7.9	Temperatuurmeting op afstand	95
7.10	'Thermoduino': precisie thermometer met 7-segment-display	96
7.11	Een hygrometer voor een comfortabel gevoel	100
7.12	'Battduino': capaciteitsmeter voor oplaadbare batterijen	102
7.13	Optische sensoren: niet alleen voor fotografen	107
7.14	Reflexlicht voor geocaching	108
7.15	Voor serieuze fotografen: een digitale lichtmeter	110
7.16	Huiskamerradar: ultrasone afstandsmeter	112
<b>8</b>	<b>Timers, klokken en interrupts</b>	<b>117</b>
8.1	Grand Prix tandenpoets-timer	117
8.2	Praktisch en nauwkeurig: digitale klok met LED-display	123
8.3	Wie is het snelste? Reactietimer	128
8.4	'Timerino': universele timer met 7-segment-display	131
8.5	Schakelklok om het leven te veraangename	134
8.6	Atomaire precisie: een DCF77-radioklok	135

8.7	Uitvoer van tijd en datum naar de seriële interface	137
8.8	Zelfstandige DCF77-klok met LC-display	139
<b>9</b>	<b>Interfaces</b>	<b>143</b>
9.1	Universeel en simpel: de I <sup>2</sup> C-interface	143
9.2	Te weinig pennen? Poortuitbreiding!	145
9.3	24-LED mega-looplicht met de PCF8574	146
9.4	Hexadecimaal debug-display met tweecijferige 7-segment-uitlezing	149
9.5	LCD-aansturing via I <sup>2</sup> C met de PCF8574	152
9.6	En dan nu helemaal digitaal: LM75-thermometer	154
9.7	Stroomsparende real-time klok met datum	157
9.8	Handig en snel: de IR-interface	160
9.9	'Lampino' – een IR-gestuurde RGB-lamp	164
9.10	Een beetje luxe op zijn tijd: IR-gestuurde klok	167
9.11	Optimaal voor microcontrollers: de PS/2-interface	170
9.12	Toetsenbord en muis als universele invoerapparaten	171
9.13	Een complete microcomputer met LCD-monitor en toetsenbord	173
<b>10</b>	<b>Van geluid tot synthesizer</b>	<b>177</b>
10.1	Eenvoudige toontjes	177
10.2	Transducers en versterkers	179
10.3	Fast PWM: niet alleen toontjes maar geluidsgolven	180
10.4	Theremin: bespelen zonder aanraken	186
10.5	Audio-signaalbewerking	188
	10.5.1 VCO: een afstembare sinus	189
	10.5.2 Digitale signaalbewerking	191
10.6	Sound in de Cloud: een digitale synthesizer	194
<b>11</b>	<b>Digitale regeltechnieken</b>	<b>197</b>
11.1	Soorten regelsystemen	198
	11.1.1 P-regelaar	199
	11.1.2 I-regelaar	199
	11.1.3 PI-regelaar	199
	11.1.4 PD-regelaar	199
	11.1.5 PID-regelaar	200
11.2	Optimale verlichting voor de werkplek: digitale lampregeling	200
11.3	Een fraai voorbeeld: de zwaartekrachtscompensator	203
<b>12</b>	<b>Physical computing</b>	<b>209</b>
12.1	Servo's houden de wereld aan het draaien	210
12.2	'Photino' – draaibaar camerastatief	213
12.3	'Cranino' – een muisbediende kraan	215
<b>13</b>	<b>Processing</b>	<b>219</b>
13.1	Arduino en Processing: een sterk team	219
13.2	Interactie met Processing: datalogging en wat dies meer zij	220
<b>14</b>	<b>Ter afsluiting: de modulaire 'woonkamerbox'</b>	<b>229</b>
14.1	Een klok komt altijd van pas	230

14.2	Afstandsbediening via een IR-interface	231
14.3	Stereo-installatie, TV en lampen schakelen	231
14.4	Domotica op basis van timers en sensoren	231
14.5	Binnen- en buitentemperatuur	232
14.6	Een hygrometer voorkomt droge lucht	232
14.7	De hardware	233
14.8	Voorbeeldprogramma voor de woonkamerbox	233
	<b>Bijlage 1:</b> Literatuur, leveranciers	237
	<b>Bijlage 2:</b> Listings	239
	<b>Bijlage 3:</b> Figuren	241
	<b>Bijlage 4:</b> Tabellen	245
	<b>Index</b>	247