



Draaiboek: De Kettingreactie-fabriek, dag na dag

Het volledige verloop van het 4-5-daagse kernkamp, **uur per uur**: wat er gebeurt, wat de kinderen daarbij **leren**, welk **spel** erbij hoort en welke **ondernemersrollen** ze zelf opnemen als "machinebureau". Onderaan staat hoe je hieruit het 2-daagse en het 10-daagse kamp afleidt. De bouwstenen van de week staan op de kamppagina en delen hun basis met het gatenraster-systeem van de Houtfabriek; de volledige spelregels staan ook in de Spellenbank.

🕒 kampdag 9-16u, opvang 8u30-17u

👥 10-12 kinderen · 2 begeleiders

🕒 elke dag een module die klikt

📅 **Vandaag-modus**

BEKIJK • BEGRIJP • DOE

Kettingreactie-fabriek in beeld

Zie eerst het verhaal. Lees daarna alleen de dag die je vandaag nodig hebt.



📖 Zo lees je dit draaiboek

Elke dag heeft een vast skelet: dagopening om 9u (kring + korte demo), bouwblokken in de voormiddag, een middagpauze mét dierenronde, bouwblokken in de namiddag, een vast **Chaos-uur** (testen, falen, één ding aanpassen — dat blok verdwijnt nooit, ook niet als de tijd krap wordt), het spel van de dag en een afsluitkring. De kolom "Wat leren ze" benoemt telkens het inzicht of de vaardigheid van dat blok — dat is ook de taal waarmee je 's avonds aan ouders vertelt wat hun kind vandaag leerde. Differentiatie per leeftijdsgroep staat per dag onderaan: **6-8** Kuikens · **9-11** Veulens · **12-14** Alpaca's.



Dag 1 — De fabriek ontwaakt: ontdekkingscircuit & domino

DAG 1

Vandaag proeven de kinderen van alle mechanische principes die de week terugkomen, en leggen ze de eerste basisvaardigheid: een dominolijn die betrouwbaar valt. Elke ploeg wordt vandaag ook een eigen "machinebureau".



Vandaag leren ze

Helling en zwaartekracht versnellen een bal · een katrol verandert de richting van een kracht · een hefboom kantelt rond een draaipunt · domino's geven energie door tot ze stoppen — en waarom een firebreak dat stoppen soms juist moet forceren.

LEREN



Vandaag maken ze

Een eigen dominolijn met minstens 1 bocht en 1 firebreak, na kennismaking met alle vijf stations van het ontdekkingscircuit.

MAKEN



Vandaag runnen ze

Hun machinebureau: een naam, een rollenbord (hoofdontwerper, testpilot, veiligheidschef, verslaggever) en de eerste 20 kampmunten in de kas.

SAMEN

TIJD	BLOK	WAT GEBEURT ER	WAT LEREN
● 8u30-9u00	Opvang	Vrij spel op het terrein, dieren bekijken van achter het hek	aankomen c tempo
● 9u00-9u30	Dagopening	Kennismakingskring; korte RGMG-winnaarscompilatie en Technopolis-beelden getoond als stip op de horizon voor de week; machinebureaus vormen (duo's/trio's), naam en rollenbord invullen, 20 kampmunten in de kas	één machin dan de som onderdelen
● 9u30-10u30	Ontdekkingscircuit 1	Drie stations in groepjes van 2-3, 15 minuten elk: helling & zwaartekracht, katrol, hefboom — kant-en-klaar materiaal, gewoon uitproberen	een principe als je het ze gebeuren
● 10u30-10u45	Pauze	Buiten, fruit + water	—
● 10u45-11u30	Ontdekkingscircuit 2	Laatste twee stations: domino-effect en wielaandrijving; korte terugblikkring — welk station verraste je het meest?	energie gee maakt ze ni
● 11u30-12u00	Domino-technieken 1	Tussenafstand-demo (dicht = snel en hard, breed = trager en spectaculairder) + eigen testlijn van 20 stenen per duo	afstand bep tempo, niet waarmee je
● 12u00-13u00	Middag	Picknick; dierenronde met de verzorger — waar op de boerderij geeft iets iets door aan iets anders (hekjesgrendel, waterpomp)?	machines h het echt
● 13u00-14u00	Domino-technieken 2	Firebreaks: de testlijn bewust halverwege breken en voelen waarom dat nuttig is, dan een langere lijn bouwen met minstens 1 bocht + 1 firebreak	een onderbi geen fout, h veiligheidsk
● 14u00-14u30	Chaos-uur	Elk machinebureau test zijn dominolijn 5x na elkaar, noteert in het logboekje wat misging en past telkens één ding aan	falen is mee geen misluk
● 14u30-15u00	Spel van de dag	Domino-blind (zie hieronder)	instructies c een ander e uitvoeren
● 15u00-16u00	Machinebureau + afsluitkring	Offerteformulier invullen voor morgen (welke module, welke rol wie) + opruimen per Kettingreactie-bak + afsluitkring: wat viel je vandaag op?	een offerte én een belo

Spel van de dag: Domino-blind

(15 min, duo's, binnen of buiten)

Elk duo krijgt 20 dominostenen en een rechte of licht kronkelende baan van ongeveer 3 meter, uitgezet met tape. Eén kind is de "bouwer" en krijgt een blinddoek (of staat met de rug naar de baan), het andere is de "regisseur" en mag alleen kijken, niet aanraken. De regisseur geeft uitsluitend woordinstructies ("twee vingers naar links", "steen recht, dicht tegen de vorige") — nooit wijzen of aanraken. Na 5 minuten volgt de grote test: de bouwer duwt de eerste steen om zonder te kijken. Hoeveel stenen vallen er in een ononderbroken rij mee? Daarna wisselen de rollen en proberen ze het te verbeteren.

Waarom dit spel:

instructies geven die een ander exact en zonder aannames kan uitvoeren is precies wat de rest van de week nodig is, wanneer machinebureaus elkaar moeten uitleggen hoe hun module werkt.

Ondernemersblok: het machinebureau opent

Elke ploeg wordt vandaag een "machinebureau" met een eigen naam en vier vaste rollen die de hele week roteren:

hoofdontwerper

(tekent en beslist het ontwerp),

testpiloot

(voert het Chaos-uur uit en houdt het logboek bij),

veiligheidschef

(bril- en gereedschapscontrole, mag een bouw stilleggen) en

verslaggever

(foto's en notities voor de slotpitch op dag 5). Elk bureau start met 20 kampmunten in de kas — genoeg voor de eerste module, niet voor extra's. Het rollenbord hangt bij de Kettingreactie-bak van het bureau.



Kies de route die vandaag past

Hetzelfde doel, andere steun

6-8

bouwen de dominolijn met grote stenen en een korte baan (max. 15-20 stuks), firebreaks worden getoond in plaats van zelf ontworpen

9-11

bouwen zelfstandig een lijn met minstens 1 bocht en 1 firebreak

12-14

krijgen een extra eis (twee firebreaks + een 3D-trapje) en schrijven het offerteformulier van hun bureau zelf uit.



Dag 2 — Katrol- en hefboomdag: de takel die optilt

DAG 2

Vandaag komt er kracht in de fabriek: een takel die optilt en een hefboom die wegkatapulteert. De ploegen bouwen hun eerste echte "energie-overdracht-module" voor de finale-machine, en leren voor het eerst wat een offerte is.



Vandaag leren ze

Een vaste katrol verandert de richting van een kracht, een losse katrol vermindert ze voelbaar · een hefboom heeft een draaipunt, een kracht en een last · mechanisch voordeel voel je met je eigen handen.

LEREN



Vandaag maken ze

Een werkende takel op het gatenraster-frame en een hefboom-/wipstation dat een gewicht wegkatapulteert.

MAKEN



Vandaag runnen ze

De offerte-economie: elk bureau dient een offerte in bij de "opdrachtgever" vóór het mag bouwen (zie ondernemersblok).

SAMEN

TIJD	BLOK	WAT GEBEURT ER	WAT LEREN ZIJN
● 9u00-9u20	Dagopening	Demo: een emmer optillen met blote handen versus met een snel nagebouwde takel — voelbaar lichter, waarom?	een katrol vera kracht of richti zomaar allebei
● 9u20-9u45	Offerte-ronde	Elk machinebureau schrijft een offerte voor de "opdrachtgever": welke module (takil of hefboomstation), materiaalkost in kampmunten, beloofde betrouwbaarheid — goedgekeurd of teruggestuurd met feedback	een offerte is c wat, hoeveel, k
● 9u45-10u45	Bouwblok 1	Takil bouwen op het gatenraster-frame: vaste katrol monteren, touw en emmertje	de kracht die je hangt af van h touwstukken n
● 10u45-11u00	Pauze	Buiten, fruit + water	—
● 11u00-12u00	Bouwblok 2	Hefboomstation bouwen: draaipunt kiezen, wip-katapult die een gewicht wegkatapulteert; testen met het draaipunt op drie verschillende plekken	dichter bij de k kracht nodig, v minder
● 12u00-13u00	Middag	Picknick + dierenronde: hoeveel katrollen en hefbomen zie je op de boerderij (waterput, kruiwagen, hooivork)?	machines herke echt
● 13u00-14u00	Bouwblok 3	Losse katrol toevoegen aan de takel: hetzelfde emmertje optillen en het krachtverschil met de hand voelen	twee touwstuk = halve kracht, touw lengte
● 14u00-14u30	Chaos-uur	Takil en hefboomstation elk 5× testen, logboek invullen, telkens één ding aanpassen	falen is meetba
● 14u30-15u00	Spel van de dag	De Hefboomval (zie hieronder)	je eigen reactie of een machine
● 15u00-16u00	Bel-Uitdaging + afsluitkring	Eerste volledige Bel-Uitdaging met de nieuwe module (3 pogingen); telling + kringvraag: klopte jouw offerte met de werkelijkheid?	een belofte wa ook techniek

Spel van de dag: De Hefboomval

(15 min, per machinebureau, buiten)

De net gebouwde takel of hefboom van het bureau hangt klaar: aan het ene eind een mandje met een knikker, aan het andere eind een touw dat één kind vasthoudt op een meter of twee afstand, met een lege emmer op de grond eronder. Op "klaar?" wacht het kind gespannen af. Willekeurig tussen 2 en 10 seconden later laat de begeleider een koebel rinkelen — pas dán mag het kind aan het touw trekken zodat de knikker in de emmer valt. De tijd tussen bel en "raak" wordt gestopt. Wie te vroeg trekt, krijgt 2 seconden straftijd. Elk kind krijgt om beurten 3 pogingen; het gemiddelde van het hele bureau bepaalt de eindtijd.

Waarom dit spel:

een katrol of hefboom reageert nooit sneller dan de hand die eraan trekt — dit laat voelen dat een mislukte Bel-Uitdaging vaak aan reactietijd ligt, niet aan de machine, en waarom oefenen in het Chaos-uur werkt.

Ondernemersblok: de offerte

Vanaf vandaag levert elk machinebureau vóór het bouwen een offerte in bij de "opdrachtgever" (jij, de begeleider): welke module bouwen we, wat kost het aan onderdelen in kampmunten, en welke betrouwbaarheid beloven we ("3 van de 3 keer")? Een offerte die te vaag is ("we bouwen iets met een katrol") wordt teruggestuurd voor een concretere versie. Zo wordt plannen-vóór-je-bouwt een gewoonte in plaats van een regel die je oplegt.



Kies de route die vandaag past

Hetzelfde doel, andere steun

6-8

bouwen mee onder begeleiding, geen zelfstandig knopen leggen — wel zelf aan het touw trekken en het effect voelen

9-11

bouwen takel én hefboomstation zelfstandig, met meting van het krachtverschil

12-14

voegen de losse katrol toe, voorspellen vooraf hoeveel lichter dat zou moeten voelen en toetsen dat met de hand.



Dag 3 — De slimme schakel: gatenraster-machines & micro:bit

DAG 3

Vandaag krijgt de fabriek een elektronisch zenuwstelsel. De oudste bouwers programmeren hun eerste trigger, de jongsten bouwen een kant-en-klare module in — en iedereen verkoopt zijn onderdeel voor het eerst aan een ander bureau.



Vandaag leren ze

Een wielaandrijving zet draaien om in beweging, een trigger-poort wacht op precies één signaal · een sensor is ook maar een schakelaar · timing is het moeilijkste deel van elke trigger.

LEREN



Vandaag maken ze

De gatenraster-wielaandrijving en trigger-poort, plus een micro:bit-trigger (zelf geprogrammeerd of kant-en-klare ingebouwd) die er precies op het juiste moment op inhaakt.

MAKEN



Vandaag runnen ze

De verkoop-demo: elk bureau demonstreert zijn trigger-module aan een ander bureau alsof dat een klant is.

SAMEN

TIJD	BLOK	WAT GEBEURT ER	WAT LEREN ZIJN
● 9u00-9u20	Dagopening	Terugblik op gisteren; vraag in de kring: wat als een trigger niet door een mens maar door een sensor gebeurt? micro:bit kort getoond op het scherm	een sensor is c een schakelaar
● 9u20-10u30	Bouwblok 1	Gatenraster-machines afwerken: wiel aandrijving en trigger-poort die een bal loslaat bij een botsing; 9-11 en 12-14 werken zelfstandig, 6-8 bouwt mee onder begeleiding	een trigger-po op precies één
● 10u30-10u45	Pauze	Buiten, fruit + water	—
● 10u45-12u00	micro:bit trigger-lab	12-14 programmeren in MakeCode: een kanteldetector die een servo activeert, of een lichtsensor die een LED-ketting start; 9-11 en 6-8 bouwen een kant-en-klare, vooraf geprogrammeerde module in en testen "doet-ie het"	programmeren voor stap uitp als bouwen
● 12u00-13u00	Middag	Picknick + dierenronde: waar op de boerderij zou een lichtsensor of kanteldetector handig zijn?	—
● 13u00-14u00	Bouwblok 2	Trigger koppelen aan de gatenraster-machine: de sensor moet op exact het juiste moment het mechaniek starten, eerste testrondes	timing is het m deel van een ti
● 14u00-14u30	Verkoop-demo's	Elk machinebureau demonstreert zijn trigger-module aan een ander bureau alsof dat een klant is: werkt hij 3 van de 3 keer? betaling in kampmunten naar gelang betrouwbaarheid	verkoopen lukt drie keer op dr
● 14u30-15u00	Chaos-uur	Trigger 5x testen, logboek, telkens één parameter aanpassen (hoek, afstand, gevoeligheid)	falen is meetb.
● 15u00-15u30	Spel van de dag	Het Trigger-duel (zie hieronder)	een elektronisc reageert snelle consistenter di mens
● 15u30-16u00	Bel-Uitdaging + afsluitkring	Complexere Bel-Uitdaging met de nieuwe trigger erbij; telling + vooruitblik: morgen wordt alles aan elkaar gekoppeld	—

Spel van de dag: Het Trigger-duel

(20 min, duo's tegen elkaar, binnen)

Twee identieke mini-opstellingen naast elkaar, elk met een micro:bit bovenop een kort wipplankje dat bij kantelen een knikker loslaat die via een korte goot naar een handbelletje rolt. Twee kinderen — elk bij hun eigen opstelling — wachten op het startsein (een knipperend lichtje, of de begeleider roept "Go"). Zodra het sein komt, laat elk kind zijn wipplankje zo snel mogelijk kantelen zodat de micro:bit dat detecteert en de knikker vertrekt. Wiens belletje het eerst rinkelt, wint de ronde — best-of-3 per duel, daarna wisselen de duo's van tegenstander.

Waarom dit spel:

het maakt voelbaar dat een elektronische sensor sneller en consistentere reageert dan een mens — precies waarom de micro:bit in de echte machine de "slimme schakel" wordt genoemd.

Ondernemersblok: de verkoop-demo

Elk machinebureau geeft vandaag een verkoop-demo van zijn trigger-module aan een ander bureau, alsof dat bureau een klant is die moet beslissen of hij het "koopt". De demo scoort zoals de Bel-Uitdaging: werkt hij 3 van de 3 keer? Volle betrouwbaarheid levert de volle kampmunten-vergoeding op, een haperende demo maar de helft. Zo voelen kinderen dat "het werkt meestal wel" in een echt bedrijf niet volstaat.



Kies de route die vandaag past

Hetzelfde doel, andere steun

6-8

krijgen een kant-en-klare, vooraf geprogrammeerde triggermodule die ze enkel inbouwen en aansluiten

9-11

bouwen de gatenraster-machine zelfstandig en werken samen met een Alpaca-duo voor de trigger

12-14

programmeren zelf in MakeCode en coachen een jonger bureau bij het inbouwen van hun module.



Dag 4 — De grote koppeling: boerderijtaak & generale repetitie

DAG 4

De zwaarste dag: alle losse modules moeten samen één keten worden. Dat lukt bijna nooit meteen — vandaag leren de kinderen dat dát oké is, en dat je het samen met je buurbureau oplost.



Vandaag leren ze

Jouw uitgang moet passen op de ingang van je buur · de eerste koppeling faalt bijna altijd · debuggen doe je samen, niet alleen.

LEREN



Vandaag maken ze

Het boerderijtaak-eindmechanisme (voer, water of signaal) en de volledige keten, fysiek gekoppeld van start tot eind.

MAKEN



Vandaag runnen ze

De koppelgarantie: elk bureau geeft zijn buurbureau een schriftelijke garantie over de overgang tussen hun twee modules.

SAMEN

TIJD	BLOK	WAT GEBEURT ER	WAT LEREN
● 9u00-9u20	Dagopening	Uitleg: vandaag wordt alles één machine; volgorde van alle modules op een grote plattegrond uitgetekend, elk bureau ziet zijn burens links en rechts	de volgorde van de modules vóór je koppelt
● 9u20-10u00	Boerderijtaak-ontwerp	Elk bureau ontwerpt het eindmechanisme: voer laten vallen, een watertje laten stromen, een vlaggetje omhoog, een deurtje open — vaste regel: dieren nooit in het mechanisme, enkel voer/water/signaal op veilige afstand	een goed ontwerp rekening met de veiligheid voor gevraagd
● 10u00-10u45	Bouwblok	Boerderijtaak-module bouwen en monteren op het gatenraster-frame, korte afstemming met de boerderijverantwoordelijke over welk hok	techniek die niet omgekeerd kan worden
● 10u45-11u00	Pauze	Buiten, fruit + water	—
● 11u00-11u30	Koppelgarantie	Elk bureau overlegt 5 minuten met zijn buurbureau over hoogte, richting en timing van de overgang, en ondertekent een koppelgarantie-briefje	een garantieafspraken die nakijken
● 11u30-12u00	Generale repetitie 1	Eerste volledige koppeling van alle modules; genoteerd waar de keten stilvalt	de eerste koppeling bijna altijd, en
● 12u00-13u00	Middag	Picknick + dierenronde	—
● 13u00-14u30	Chaos-ur ketenniveau	Per zwakke koppeling: de twee betrokken bureaus doen een reparatie-overleg van 2 minuten en passen samen één ding aan, daarna dat stukje opnieuw testen	debuggen de keten buurman, niet
● 14u30-15u00	Generale repetitie 2	Volledige keten opnieuw, van start tot boerderijtaak — hoe ver raakt hij nu?	voortgang in de keten stappen, niet niets
● 15u00-15u30	Spel van de dag	De Menselijke Kettingreactie (zie hieronder)	precies zo werkt een echte machine het nut van feedback
● 15u30-16u00	Afsluitkring	Telling + morgen-briefing: wie start de eerste poging, wie is presentator, wie filmt	—

Spel van de dag: De Menselijke Kettingreactie

(15 min, hele groep, kring)

Alle kinderen staan in een kring. Elk kind bedenkt vooraf één korte beweging (een sprong, een klap, een buiging) én één geluid dat daarbij hoort. Kind 1 "triggert" kind 2 door zijn beweging en geluid te tonen; kind 2 reageert onmiddellijk met zijn eigen beweging/geluid en triggert daarmee kind 3, enzovoort rond de kring. De golf moet drie volledige rondes foutloos afleggen. Valt de ketting ergens stil (iemand mist zijn beurt of aarzelt te lang), dan bouwt de groep op dat punt een "firebreak" in: een afgesproken herstartpunt waar de volgende poging altijd vanaf begint als het daarvoor misgaat, zodat niet de hele ketting van voren af aan moet.

Waarom dit spel:

dit is letterlijk hoe de echte machine werkt — iets dat van het ene onderdeel naar het andere springt — en het laat de groep zelf ontdekken waarom een firebreak bij de generale repetitie geen omweg is, maar een noodzaak.

Ondernemersblok: de koppelgarantie

Vóór de eerste generale repetitie ondertekent elk machinebureau een koppelgarantie met zijn buurbureau: een kort briefje met de exacte hoogte, richting en timing van de overgang tussen hun twee modules. Faalt de koppeling bij het testen, dan volgt geen boete maar een verplicht reparatie-overleg van 2 minuten tussen de twee bureaus — precies zoals een echt bedrijf een klacht oplost: niet door te wijzen, maar door samen te herstellen.



Kies de route die vandaag past

Hetzelfde doel, andere steun

6-8

denken mee over het boerderijtaak-idee en bouwen mee onder begeleiding, geen zelfstandige koppelgarantie-onderhandeling

9-11

ontwerpen en bouwen hun boerderijtaak-onderdeel zelfstandig en onderhandelen zelf hun koppelgarantie

12-14

zijn tijdens de generale repetitie de werfleiders: zij meten waar de energie-overdracht precies faalt en coachen jongere bureaus bij het bijstellen.

DAG 5



Dag 5 — Fabrieksfeest: de publieksfinale

DAG 5

De slotdag draait niet om nog bouwen, maar om tonen: de machine moet het doen wanneer het écht telt, en de kinderen presenteren zélf wat ze deze week gebouwd hebben aan hun eigen "investeerders".



Vandaag leren ze

Op de dag zelf verander je zo weinig mogelijk · drie pogingen viert betrouwbaarheid boven geluk · presenteren is een vak.

LEREN



Vandaag maken ze

Geen nieuwe modules meer — enkel laatste fixes, het slotverslag per bureau en de filmopstelling voor de finale.

MAKEN



Vandaag runnen ze

De slotpitch aan de "investeerders" (ouders): wat bouwden we, wat ging fout, wat kostte het.

SAMEN

TIJD	BLOK	WAT GEBEURT ER	WAT LEREN ZE
● 9u00-9u20	Dagopening	Laatste teamoverleg per bureau: wie is presentator, wie bemant camera 1, wie camera 2, wie is reserve-monteur?	een goede show regisseur nodig
● 9u20-10u15	Laatste testronde	Eén laatste volledige generale, zonder aanpassingen tenzij het echt nodig is	op de dag zelf ve weinig mogelijk
● 10u15-10u45	Pauze + laatste fixes	Enkel kleine reparaties (losse bout, verschoven trigger), geen nieuwe ontwerpen meer	vlak voor de dea je niet meer, je o
● 10u45-11u30	Slotpitch voorbereiden	Elk bureau schrijft zijn slotverslag (wat bouwden we, wat ging fout, hoe losten we het op, kampmunten-factuur) en oefent een pitch van 30 seconden	je werk vertellen van het werk
● 11u30-12u00	Filmopstelling	Actioncam/smartphones + statieven getest op twee posities (breed overzicht + meebewegende close-up); presentator oefent zijn tekst	—
● 12u00-13u00	Middag	Laatste picknick + generale repetitie van de pitch in duo's	vertellen wat je g hebt
● 13u00-13u30	Spel van de dag	De Drie-Pogingen-Weddenschap (zie hieronder)	betrouwbaarheid met argumenten giswerk
● 13u30-14u30	Ontvangst publiek	Ouders komen aan; elk machinebureau geeft zijn slotpitch aan zijn eigen "investeerders" bij hun stuk van de keten	—
● 14u30-15u30	De Grote Kettingreactie-finale	Drie pogingen voor publiek, gefilmd vanuit twee hoeken, presentator legt elke stap uit	drie pogingen vie betrouwbaarheid dan geluk
● 15u30-16u00	Diploma's + afsluiting	Diploma-uitreiking per machinebureau + korte terugblik: welk moment was het spannendst?	—

Spel van de dag: De Drie-Pogingen-Weddenschap

(15 min, hele groep + ouders, vlak voor de finale)

Iedereen — kinderen én ouders — staat rond de volledige, opgebouwde keten. Een groot scorebord toont de namen van alle machinebureaus/modules in volgorde. Vóór de eerste poging schrijft elke deelnemer op een briefje een voorspelling: welke twee modules hebben volgens jou de grootste kans om de eerste keer niet mee te doen, en hoeveel seconden duurt de hele keten als hij wél helemaal doorloopt? Een gok telt alleen mee als je hem in één zin kunt uitleggen ("mijn module deed het gisteren 4 van de 5 keer"). Na de 3 officiële pogingen wordt vergeleken: wie het dichtst zat bij zowel de zwakke schakel als de tijd, wint de Gouden Kettingschakel.

Waarom dit spel:

het maakt betrouwbaarheid — het zwaarst wegende criterium bij een echte Rube Goldberg-wedstrijd — zichtbaar en bespreekbaar vóóordat het publiek het zelf ziet gebeuren.

Ondernemersblok: de slotpitch aan de investeerders

Elk machinebureau doet vandaag zijn slotpitch aan de "investeerders" — hun eigen ouders — bij hun stuk van de keten: wat bouwden we, wat ging fout onderweg, hoe losten we het op, en wat kostte het (het kampmunten-verslag). Dat is het ondernemende hart van de hele week: niet de begeleider vertelt wat er gebeurd is, de kinderen doen dat zelf, met cijfers en argumenten in de hand.



Kies de route die vandaag past

Hetzelfde doel, andere steun

6-8

zijn "assistent-presentator" en tonen hun eigen stukje aan hun ouders, met hulp van een oudere

9-11

schrijven en oefenen hun eigen slotpitch en bemannen samen een filmpositie

12-14

nemen de gamemaster-rol op: één Alpaca is presentator voor het hele publiek, een andere bemant de camera en regisseert het moment van elke poging.



Zo leid je de andere formaten hieruit af

2-daags = dag 1 + verkorte dag 2

Dag 1 ochtend: onthaal, veiligheidsbriefing, Ontdekkingscircuit en Domino-technieken, machinebureaus + Kettingreactie-bak uitgereikt. Dag 1 namiddag:

Katrol-/hefboomstation, de eerste Bel-Uitdaging, en het Chaos-uur wordt meteen als mindset geïntroduceerd (geen apart blok). Dag 2 ochtend: vervolgbouw + een sterk verkorte Generale repetitie — bureaus koppelen hun onderdelen tot één korte gezamenlijke keten, geen micro:bit, de boerderijtaak wordt één gezamenlijk idee in plaats van per bureau. Dag 2 namiddag: laatste testrondes en de Finaledag voor ouders, met een korte video-compilatie ter plekke getoond. Spellen: Domino-blind op dag 1, De Hefboomval als afsluiter van dag 1 namiddag, De Drie-Pogingen-Weddenschap vóór de finale op dag 2.

10-daags = week 1 + integratie & finale

Week 1 = dit draaiboek, verspreid over 5 dagen zoals hierboven. Week 2 herhaalt het dagskelet met verdieping: dag 6-7 modules verfijnen met uitdagendere Bel-Uitdagingen (langere ketens, meerdere triggers) + RGMC-video-analyse door de Alpaca's, dag 8 Generale repetitie #1, dag 9 Generale repetitie #2 + laatste fixes (twee volledige repetities omdat integratie zelden de eerste keer lukt), dag 10 Finaledag met publiek waarbij kinderen zelf, onder begeleiding, een korte samenvattingsvideo monteren om mee naar huis te nemen. De machinebureau-economie loopt door: in week 2 komt er een "loondag" bij waarbij elke rol kampmunten verdient, en de koppelgarantie van dag 4 wordt een echte aanbesteding — bureaus "bieden" met hun ontwerp-offerte op wie welk stuk van de finale-keten mag bouwen.



Dagelijkse checklist begeleider

- ☐ Domino's, katrollen en gatenraster-onderdelen van vandaag geteld en klaargezet per machinebureau
- ☐ Spel van de dag: materiaal klaargelegd (dominostenen/blinddoek, koebel + stopwatch, of micro:bit-opstellingen)

- ☐ Rollenbord + kampmunten-kas van elk machinebureau bijgewerkt
- ☐ micro:bit's geladen en MakeCode-projecten getest (dag 3-4)
- ☐ Dierenronde afgestemd met de verzorger van dienst
- ☐ Chaos-uur-logboekjes en stopwatches klaargelegd
- ☐ Foto's en notities van de verslaggevers verzameld voor de slotpitch

Boerderijkampen Wilrijk · Draailboek De Kettingreactie-fabriek · dag na dag

Kettingreactie · startkaart

Laat energie zichtbaar reizen door een betrouwbare, spectaculaire keten.

DRIE ZICHTBARE DOELEN

- 1 Benoem elke energie-overdracht
- 2 Bouw herstartpunten
- 3 Test modules vóór koppelen

Materiaalcheck

☐

dominostenen

☐

hellingen en kokers

☐

katrollen en touw

☐

gatenplanken

☐

triggermateriaal

☐

testlogboeken

STARTBRIEFING IN 60 SECONDEN

Vandaag bouwen of onderzoeken we zichtbaar. We testen vóór we tonen, veranderen telkens één ding en kunnen op het einde uitleggen waarom het beter werkt.

Zes kampmissies

Knip de kaarten uit of wijs per ploeg één missie toe.

1 Energiekaart

Teken met pijlen waar duwen, vallen, rollen en trekken elkaar opvolgen.

NODIG

routekaart

2 Domino met rem

Bouw een bocht én een firebreak die een fout tot één zone beperkt.

NODIG

20 dominostenen

3 Hef een emmer

Gebruik een katrol of hefboom om lichter en gecontroleerd te heffen.

NODIG

touw · emmer

4 Slimme trigger

Laat een vallend voorwerp veilig een volgende module vrijgeven.

NODIG

poortje · gewicht

5 Drie-op-drie

Een module mag pas koppelen nadat ze drie keer na elkaar werkt.

NODIG

testlog

6 Finale met herstart

Plan één zichtbaar herstartpunt en wijs een rustige hersteller aan.

NODIG

rolkaart

Ik maakte · testte · leerde

Eén concreet bewijs per stap; korte zinnen of tekeningen zijn genoeg.

NAAM / PLOEG

1

Dit maakten of onderzochten we

2

Deze test ging eerst fout

3

Dit veranderden we bewust

4

Dit kan ik nu uitleggen

TENTOONSTELLINGSLABEL

Onze titel:

Vraag die je ons mag stellen:

De modulegids

Tien koppelbare machinemodules op het gatenplanksysteem van de Houtfabriek. Werk de tabbladen van links naar rechts af: eerst de gebruikswijzer, dan de modules zelf, dan het koppelen met firebreaks — en hou het tabblad Faaldiagnose bij de hand tijdens elk Chaos-uur.

Gebruikswijzer

Zo gebruik je deze gids

Tien modules, allemaal gebouwd op het gatenplanksysteem van de Houtfabriek: multiplex 18 mm, 6 cm breed, gaten Ø 8,5 mm op een 4 cm-raster, M8-slotbouten met vleugelmoeren — vastdraaien met de blote hand. Elke module vermeldt zijn draaiboekblok, zijn echte maten en afstelmaten, en hoe het signaal binnenkomt en doorgaat; de faaldiagnose voor het Chaos-uur staat per module gebundeld in het tabblad Faaldiagnose. Kuikens 6-8 · Veulens 9-11 · Alpaca's 12-14: de leeftijdslijn staat per module in de linkerkolom.



Zo lees je een modulekaart

Elke modulekaart heeft dezelfde vaste plekken: bovenaan de energievorm die binnenkomt en buitengaat plus het draaiboekblok, links de onderdelen met echte maten, de afstelmaten en de leeftijdslijn, rechts het genummerde stappenplan, en onderaan drie vakken: zo komt het signaal binnen, zo geeft hij door, en het drie-op-drie-criterium. Zo vindt elk machinebureau in elke kaart meteen de weg.

Het drie-op-drie-testcriterium

Een module is pas **ketenklaar** als hij zijn criterium drie keer ná elkaar haalt, zonder dat iemand er tussenin aankomt. Na elke aanpassing begint de telling opnieuw bij één. Waarom zo streng? Omdat de finale drie pogingen telt en betrouwbaarheid zwaarder weegt dan spektakel — dat is het RGMC-principe waar de hele week op draait. Het criterium van elke module staat in het modules-tabblad; het testlog staat in het machinistenboek (blad 5 en 6).

 Afbeelding nog te genereren — `../img/materiaal/materiaal-ketting-01.jpg`

16/9

Flat-lay of a children's chain-reaction building kit on a big wooden workshop table in a farm classroom: light birch plywood pegboard planks 6 cm wide in several lengths with a double row of drilled holes on a regular 4 cm grid, M8 carriage bolts and butterfly wing nuts sorted in small wooden trays, glass marbles, wooden dominoes, a small rope pulley, a roll of painter's tape and a folding ruler, a curious chicken peeking over the table edge near the open barn window. Modern educational 3D render, frosted glass panel aesthetic, soft studio lighting, clean pastel gradient background (lavender, sky blue, soft pink), high detail, no readable text, no logos, 16:9

Veiligheid, altijd

De veiligheidschef van elk bureau mag een bouw stilleggen — dat is geen straf maar een rol. Dieren zitten nooit in het mechanisme: de Boerderij-finaal (M10) levert voer, water of een signaal af op minstens 2 m afstand, vooraf afgestemd met de boerderijverantwoordelijke. Knickers en kleine dominostenen blijven bij de Kuikens onder toezicht: telling gebeurt samen met een begeleider, in de Kettingreactie-bak.

Modules M1-M5 • de basis



De vijf basismodules

M1 tot en met M5 temmen samen de vijf energievormen: duwen, vallen, rollen, trekken en zwaaien. Ze worden gebouwd in de bouwblokken van dag 1 en 2 en vormen het skelet van elke keten — wie deze vijf beheerst, kan elke overgang aan.



Afbeelding nog te genereren —

../img/materiaal/materiaal-ketting-02.jpg

16/9

A child carefully placing wooden dominoes along a taped guide line on a plywood pegboard plank, next to a marble run ramp bolted with butterfly wing nuts to a wooden upright, a small bucket-and-pulley gallows tower and a seesaw catapult with a ping-pong ball waiting further along the long table, inside a cosy farm camp classroom with straw bales in the corner and a pony visible through the open barn door. Modern educational 3D render, frosted glass panel aesthetic, soft studio lighting, clean pastel gradient background (lavender, sky blue, soft pink), high detail, no readable text, no logos, 16:9



M1 • De Dominostraat

dag 1 • Domino-technieken 2 + Chaos-uur (13u00-14u30)

6-14

energie in: **duwen** → energie uit: **vallen, dan duwen**

ONDERDELEN • ECHTE MATEN

- 40-60 dominostenen (standaard 4,4 × 2,2 × 0,8 cm; grote houten stenen 8 × 4 × 1,6 cm voor de Kuikens)
- 1 gatenplank 100 cm als rechte basisplank, plat op tafel of grond
- schilderstape voor de middellijn en de bochtboog
- 1 brugsteen per firebreak: een liggende dominosteen die je pas op het einde rechtzet
- meetlatje of afstandskaartje van 3,5 cm (een dominosteen op zijn kant is je maat)

AFSTELMATEN

tussenafstand recht	2,0-3,5 cm (nooit meer dan 4 cm)
dicht (2 cm)	snelle, harde golf
breed (3,5 cm)	trager en spectaculairder
bocht	max 1 cm zijstap per steen, afstand meten aan de buitenrand
firebreak-opening	10 cm gat, brugsteen ligt er plat naast

PER LEEFTIJD

Kuikens: grote stenen, rechte lijn van 15-20 stuks, firebreak wordt getoond · Veulens: minstens 1 bocht + 1 firebreak zelfstandig · Alpaca's: 2 firebreaks + een 3D-trapje van gatenplankjes

1

Plak een middellijn van tape op de basisplank en teken de bocht als een boog: dat is je spoor, je hoeft niet meer te twijfelen bij elke steen.

2

Zet de stenen op de lijn met het afstandskaartje ertussen: 2 cm voor snel en hard, 3,5 cm voor traag en spectaculair.

3

Bouw bochten met kleine zijstapjes: elke steen maximaal 1 cm opzij ten opzichte van de vorige, en meet de afstand aan de buitenrand van de bocht.

4

Laat op elke firebreak-plek een gat van 10 cm open en leg de brugsteen er plat naast — de lijn kán daar nu niet voorbij.

5

Test elke sectie apart: duw de eerste steen van de sectie om met één vinger, laag bij de grond.

6

Sluit de firebreaks pas als de veiligheidschef 'sein groen' geeft, sectie voor sectie, van achter naar voor.

7

Doe de drie-op-drie-eindtest en noteer elke poging in het machinistenboek.

Eén duw tegen de eerste steen: een vingertik, een aanrollende knikker (minstens Ø 2,5 cm) of het valplankje van een trigger.

Zo geeft hij door

De laatste steen valt van de plankrand op het volgende startpunt, of duwt een knikker van zijn richel: vallen wordt weer duwen.

Drie-op-drie-criterium

20 stenen vallen alle 20 mee, drie keer na elkaar, en de herbouw duurt telkens minder dan 4 minuten.



M2 • De Knikkerhelling

dag 1 • Ontdekkingscircuit 1 (9u30-10u30), als ketenmodule verfijnd op dag 4 •
Generale repetitie 1

6-14

energie in: **vallen** (een tik op de startrichel) → energie uit: **rollen**

ONDERDELEN • ECHTE MATEN

- 1 gatenplank 80 cm als hellingbaan
- 1 staander 40 cm, rechtop, met M8-slotbout + vleugelmoer door het gekozen gat
- 2 latten of 1 kabelgoot van 100 cm als rechte uitloopgoot
- startrichel: een gatenplankje 20 cm plat bovenaan, met een ondiepe kuil van tape voor de knikker
- glazen knikker Ø 2,5 cm (houten bal Ø 4 cm voor de Kuikens)

AFSTELMATEN

starthoogte laag	gat 3 = 12 cm (rustig aankomen)
starthoogte standaard	gat 4 = 16 cm (haalt vlot 1,5 m uitloop)
starthoogte hoog	gat 5 = 20 cm (alleen met lange rechte goot)
doelbreedte einde goot	minstens 3× de knikkerbreedte

PER LEEFTIJD

Kuikens: houten bal en brede goot, hoogte staat vast op gat 3 • Veulens: kiezen zelf de hoogte en testen welke 3-op-3 haalt • Alpaca's: voorspellen eerst hoe ver de knikker rolt per gat en meten dan na

1

Bout de hellingplank met één M8-slotbout aan de staander: begin op gat 4 (16 cm hoog) — vleugelmoer handvast is genoeg.

2

Leg de uitloopgoot in het verlengde, zonder opstaande rand op de overgang: strijk met je vinger over de naad, je mag niets voelen.

3

Leg de knikker in de startkuil op de richel: hij moet stil blijven liggen tot er een tik komt.

4

Tik zachtjes tegen de richel en kijk waar de knikker eindigt; markeer dat punt met tape.

5

Te wild? Eén gat lager. Haalt hij het einde niet? Eén gat hoger, en veeg eerst de goot stofvrij.

6

Doe de drie-op-drie-eindtest: drie tikken, drie keer hetzelfde eindpunt binnen het doelvak.

Zo komt het signaal binnen

De vorige module tikt of duwt tegen de startrichel (een vallende dominosteen of een duwplankje volstaat): de knikker rolt uit zijn kuiltje de helling op... en naar beneden.

Zo geeft hij door

Een rollende knikker met vaart: hij duwt de pal van een trigger-poort weg, tikt de eerste dominosteen om of valt aan het einde van de goot in een schaalpje.

Drie-op-drie-criterium

De knikker haalt drie keer na elkaar het einde van de goot én stopt of passeert binnen het doelvak van 7,5 cm breed.



M3 • De Takel-lift

dag 2 • Bouwblok 1 (9u45-10u45)

energie in: **vallen** → energie uit: **rollen** (een vrijgegeven knikker)

9-14 (Kuikens bouwen mee onder begeleiding)

ONDERDELEN • ECHTE MATEN

- 2 staanders 100 cm + dwarslat 40 cm bovenaan als galg, alles met M8-slotbouten
- 1 vaste katrol aan de dwarslat (schroefhaak door een rastergat)
- touw 3 mm, 2,5 m lang
- emmertje ±150 g (10 knikkers erin als lading)
- valgewicht: zakje zand 300 g op een valplankje 20 cm, 40 cm boven de grond
- schroefoog als geleide-oog, 10 cm onder de katrol
- losplank: gatenplankje 20 cm dat kantelt als de emmer het onderweg raakt, met wachtknikker erop

AFSTELMATEN

valhoogte gewicht	40 cm (altijd ≥ stijghoogte + 10 cm marge)
stijghoogte emmer	25 cm tot aan de losplank
gewichtsverhouding	valgewicht minstens 1,5× de last (300 g tegenover 200 g)
touw	in de katrolgleuf én door het geleide-oog

PER LEEFTIJD

Kuikens: trekken zelf aan het touw en voelen het verschil, knopen legt de begeleider • Veulens: bouwen de galg en de losplank zelfstandig • Alpaca's: voorspellen eerst of 300 g volstaat en rekenen de marge na

1

Bouw de galg: twee staanders van 100 cm, dwarslat van 40 cm erbovenop, elk hoekpunt één M8-slotbout met vleugelmoer.

2

Draai de schroefhaak in een rastergat van de dwarslat en hang de katrol eraan; draai het geleide-oog 10 cm eronder.

3

Leg het touw in de katrolgleuf en door het geleide-oog; knoop het emmertje aan de ene kant, het zandzakje aan de andere.

4

Leg het zandzakje op zijn valplankje op 40 cm hoogte: het plankje kiept als de vorige module ertegen duwt of erop valt.

5

Monteer de losplank op 25 cm boven de rustpositie van de emmer, met de wachtknikker in het kuiltje.

6

Test met de hand: laat het zakje vallen — de emmer moet in één beweging stijgen en de losplank omhoog kiepen zodat de knikker vertrekt.

7

Doe de drie-op-drie-eindtest en zet daarna het zakje telkens exact terug op zijn tapemarkering.

Zo komt het signaal binnen

De vorige module duwt het valplankje om of laat er iets op vallen: het zandzakje valt 40 cm en trekt via de katrol de emmer omhoog.

Zo geeft hij door

De stijgende emmer kiept de losplank omhoog; de wachtknikker rolt eraf, de volgende goot in.

Drie-op-drie-criterium

Drie keer na elkaar: zakje valt, emmer stijgt minstens 25 cm en de wachtknikker vertrekt — zonder dat iemand het touw aanraakt.



M4 • De Krachtverdeler

dag 2 • Bouwblok 3 (13u00-14u00)

12-14 (Veulens testen mee)

energie in: **vallen** → energie uit: **duwen** (de stijgende fles kantelt een plankje)

ONDERDELEN • ECHTE MATEN

- dezelfde galg als de Takel-lift (M3)
- 1 vaste katrol bovenaan + 1 losse katrol met haak eronder
- touw 3 mm, 4 m (dubbel zo lang: dat hoort zo)
- last: waterflesje 500 ml (gevuld ±520 g) aan de losse katrol
- valgewicht: zandzak 400 g op valplankje, 50 cm hoog
- kantelplankje 20 cm bovenaan dat door de stijgende fles wordt omgeduwd

AFSTELMATEN

aantal touwparten	2 (elk part draagt de helft)
gevoel aan het touw	±260 g in plaats van 520 g — half zo zwaar
prijs die je betaalt	2× zoveel touw halen voor dezelfde stijghoogte
inscheren	vast punt → losse katrol → vaste katrol → valgewicht

PER LEEFTIJD

Veulens: voelen het verschil tussen M3 en M4 met dezelfde fles en zeggen het in hun eigen woorden • Alpaca's: voorspellen éérst ('half zo zwaar, dubbel zo lang') en toetsen dat met de hand vóór het valgewicht erop mag

1

Knoop het touw eerst aan een vast punt op de dwarslat (dat is het geheim: het vaste eind draagt mee).

2

Leid het touw onder door de losse katrol (met de fles eraan) en dan over de vaste katrol naar beneden.

3

Trek eerst zelf: voel hoe de fles half zo zwaar lijkt — en zie hoeveel touw je nodig hebt voor een klein beetje stijgen.

4

Knoop het zandzakje van 400 g aan het trekeind en leg het op zijn valplankje op 50 cm.

5

Monteer het kantelplankje zo dat de fles het op het hoogste punt nét omduwt.

6

Test, meet de stijghoogte, en doe de drie-op-drie-eindtest.

Zo komt het signaal binnen

De vorige module kiept het valplankje: de zandzak valt 50 cm en trekt via twee touwparten de fles omhoog.

Zo geeft hij door

De fles duwt bovenaan het kantelplankje om: dat plankje duwt op zijn beurt een dominosteen, een knikker of de wip van de volgende module.

Drie-op-drie-criterium

Drie keer na elkaar: de fles stijgt tot het kantelplankje omvalt, en de zak raakt de grond pas ná het kantelmoment.



M5 • De Wip-katapult

dag 2 • Bouwblok 2 (11u00-12u00)

6-14

energie in: **vallen** → energie uit: **zwaaien (de bal vliegt)**

ONDERDELEN • ECHTE MATEN

- 1 gatenplank 60 cm als wipplank (15 gaten per rij: op 2, 6, 10 ... 58 cm)
- driehoeksbok van twee gatenplankjes 20 cm als draaipunt, M8-bout als as
- plastic dopje (van een grote fles) als balhouder, vastgebouwd op de korte arm
- pingpongbal (±2,7 g)
- zandzakje 300 g als valgewicht
- vangbak 30 × 20 cm met een handdoek erin (stuiteren doven!)

AFSTELMATEN

draaipunt verste worp	as door gat 4: korte arm 14 cm, lange arm 46 cm
draaipunt rustig	as door gat 8 (30 cm): armen bijna gelijk
valhoogte zakje	20 cm boven de lange arm
vangbak	op 40-80 cm, na proefworpen vastgetaped

PER LEEFTIJD

Kuikens: gooien het zakje zelf en juichen — de vangbak staat dichtbij • Veulens: testen het draaipunt op drie plekken (gat 4, 6 en 8) en kiezen met argumenten • Alpaca's: maken een tabelletje afstand-per-gat en voorspellen de landing vóór elke wissel

- 1

Steek de M8-bout als as door gat 4 van de wipplank en door de driehoeksbok; vleugelmoer losjes — de wip moet vrij draaien.
- 2

Bout het dopje op de korte arm (14 cm van de as) en leg de pingpongbal erin.
- 3

Houd het zandzakje 20 cm boven het uiteinde van de lange arm en laat los: kijk waar de bal landt.
- 4

Zet de vangbak op het landingspunt en test nog eens: landt hij er 3 op 3 in?
- 5

Vliegt de bal te ver of te wild: verplaats de as naar gat 6 of verklein de valhoogte naar 10 cm. Komt hij niet ver genoeg: valhoogte naar 30 cm.
- 6

Tape de vangbak én de bok vast aan hun tapemarkering: vanaf nu verhuist er niets meer.
- 7

Doe de drie-op-drie-eindtest met het zakje op een vaste valpositie (bv. losgelaten vanaf een plankje, niet uit de losse hand).

De vorige module laat het zandzakje op de lange arm vallen (of een zware knikkerlading kiept erop uit een goot).

Zo geeft hij door

De bal vliegt in een boog naar de vangbak; de vangbak is een trechter die het zwaaien weer omzet in vallen — bijvoorbeeld op het valplankje van de Takel-lift.

Drie-op-drie-criterium

De bal landt drie keer na elkaar in de vangbak, met het zakje telkens losgelaten van exact dezelfde hoogte.

Modules M6-M10 • triggers



Aandrijving, triggers en de finaal

M6 tot en met M10 zijn de zwaardere modules van dag 3 en 4: de wielaandrijving, de mechanische triggerpoort, twee micro:bit-triggers en de Boerderij-finaal met de slotbel. Hier wordt elektronica weer gewoon duwen — en eindigt de keten bij de dieren, op veilige afstand.

Beeldconcept



Afbeelding nog te genereren —

../img/materiaal/materiaal-ketting-03.jpg

16/9

Close-up of children's hands connecting crocodile clip wires from a micro:bit on a small tilting plank to a tiny servo motor mounted beside a glass marble on a wooden pegboard ridge, a battery pack strapped on with rubber bands, a second child watching the little LED matrix screen, a wooden wheel module with string and a small sand weight in the background of the farm workshop, a goat looking in through the window. Modern educational 3D render, frosted glass panel aesthetic, soft studio lighting, clean pastel gradient background (lavender, sky blue, soft pink), high detail, no readable text, no logos, 16:9



M6 • De Wielaandrijving

dag 3 • Bouwblok 1 (9u20-10u30)

9-14

energie in: **trekken** (een vallend gewichtje trekt het touw) → energie uit: **duwen**

ONDERDELEN • ECHTE MATEN

- houten wiel Ø 12 cm met M8-gat (wielenbak van de Houtfabriek)
- M8-draadstang 12 cm als as, tussen twee staanders 40 cm
- meenemer-pin: kort boutje M6 aan de rand van het wiel
- touw 3 mm, 60 cm, met lusje
- valgewichtje 150 g
- schuifplankje: gatenplankje 20 cm dat tussen twee geleiderails 8 cm vooruit kan schuiven
- merkstreep op 8 cm op de rail

AFSTELMATEN

touw om het wiel (omtrek ±38 cm)	trage, krachtige duw — standaardstand
touw om de as (omtrek ±2,5 cm)	snelle zwiep — alleen Alpaca's, voor de bel
valhoogte gewichtje	30 cm = ongeveer driekwart omwenteling
pin-positie	start op '10 uur', duwt onderaan langs het schuifplankje

PER LEEFTIJD

Kuikens: draaien het wiel met de hand en kijken wat de pin doet • Veulens: bouwen de standaardstand (touw om het wiel) • Alpaca's: proberen ook de afstand en leggen uit waarom die sneller maar zwakker is

- 1

Steek de draadstang door de twee staanders en het wiel; zet het wiel vast met twee vleugelmoeren, links en rechts.
- 2

Draai het M6-boutje als meenemer-pin in een randgat van het wiel.
- 3

Wikkel het touw één keer rond het wiel, tape het beginpunt vast en hang het gewichtje aan het uiteinde, 30 cm boven de grond.
- 4

Bouw de geleiderails en leg het schuifplankje ertussen; teken de merkstreep op 8 cm.
- 5

Draai het wiel met de hand tot de pin op '10 uur' staat: dat is de startstand, markeer ze met een stift op wiel én staander.
- 6

Laat het gewichtje los: het wiel draait, de pin zwaait onderdoor en duwt het schuifplankje voorbij de merkstreep.
- 7

Doe de drie-op-drie-eindtest en zet het wiel na elke poging exact terug op zijn startmarkering.

De vorige module duwt het gewichtje van zijn richel (of laat het valplankje kiepen): het valt en trekt het touw strak.

Zo geeft hij door

Het schuifplankje schuift 8 cm vooruit en duwt wat erachter staat: de pal van een trigger-poort, de eerste dominosteen of een startrichel.

Drie-op-drie-criterium

Het schuifplankje passeert drie keer na elkaar de merkstreep op 8 cm, telkens vanuit exact dezelfde startmarkering van het wiel.



M7 • De Trigger-poort

dag 3 • Bouwblok 1 (9u20-10u30) + Bouwblok 2 (13u00-14u00)

9-14

energie in: **duwen** → energie uit: **rollen**

ONDERDELEN • ECHTE MATEN

- wachtkamer: gatenplankje 20 cm licht hellend, met de wachtnikker tegen de pal
- pal: ijslolliestokje 11 cm, draaiend op een M6-boutje als as
- aanslagboutje dat de pal in ruststand tegenhoudt
- duwvlakje 4 × 4 cm aan het vrije eind van de pal
- viltje of rubbertje onder de module tegen tafeltrillingen

AFSTELMATEN

pal-overlap op de knikker	5 mm (minder dan 3 mm = spontaan lossen, meer dan 8 mm = te stug)
draaiweerstand	het stokje valt onder zijn eigen gewicht terug — boutje kwartslag los
afstand tot dominosecties	minstens 10 cm (trillingen!)
helling wachtkamer	1 gat verschil over 20 cm: net genoeg om te willen rollen

PER LEEFTIJD

Kuikens: mogen 'm afvuren met een vingerduw • Veulens: bouwen en stellen de overlap af met een muntje van 5 mm als voelmaat • Alpaca's: combineren de poort met hun micro:bit-trigger (M8/M9) tot een dubbele beveiliging

1 Monteer de wachtkamer één gat hellend: de knikker wil rollen, maar de pal houdt hem tegen.

2 Draai het M6-boutje door het midden van het stokje en in een rastergat: de pal moet soepel kunnen draaien.

3 Stel de overlap af: de pal houdt de knikker precies 5 mm over — check het met een muntje als voelmaat.

4 Zet het aanslagboutje zo dat de pal in rust altijd op dezelfde plek terugvalt.

5 Duw zachtjes op het duwvlakje: de pal zwaait weg en de knikker vertrekt. Te stug? Overlap kleiner. Te gevoelig? Overlap groter.

6 Test de poort op zijn échte plek in de keten, niet op een aparte tafel — trillingen tellen mee.

7 Doe de drie-op-drie-eindtest, in twee delen: drie keer níet vertrekken zonder signaal (2 minuten wachten naast een lopende dominosectie) en drie keer wél vertrekken bij een signaal.

Zo komt het signaal binnen

Eén duw op het duwvlakje: van een schuifplankje (M6), een vallende dominosteen, een servo-arm (M8) of een aanrollende knikker.

Zo geeft hij door

De wachtnikker rolt de wachtkamer uit, de volgende goot of dominostraat in — vers en met volle energie, hoe zwak het binnenkomende duwtje ook was.

Drie-op-drie-criterium

3× geen voortijdige start (2 minuten wachten naast een werkende sectie) én 3× vlot lossen bij één signaal.



M8 • De Kantel-verklikker (micro:bit + servo)

dag 3 • micro:bit trigger-lab (10u45-12u00)
energie in: **vallen (het wipplankje kantelt)** →
energie uit: **duwen (de servo-arm)**

12-14 programmeren zelf • 6-11 bouwen de kant-en-klare module in

ONDERDELEN • ECHTE MATEN

- micro:bit V2 op batterijpack (2x AAA) — geen USB-kabel in de keten
- wipplankje 20 cm waarop de micro:bit met elastiekjes vastzit
- servomotortje (SG90) met arm, vastgebouwd naast een richel
- 3 krokodillenklemmen: servo-sig-naal (oranje) → P1, rood → 3V, bruin → GND
- knikker op de richel, in duwbereik van de servo-arm

AFSTELMATEN

servo ruststand	60 (arm net naast de knikker)
servo duwstand	150 (arm ruim voorbij de knikker)
raakpunt	de arm raakt de knikker halverwege de zwaai, niet op het einde
reactietijd	binnen 1 seconde na het kantelen

PER LEEFTIJD

Kuikens en Veulens: krijgen de module vooraf geprogrammeerd en testen 'doet-ie het' • Alpaca's: programmeren zelf in MakeCode en coachen daarna een jonger bureau bij het inbouwen

- 1
- Klik in MakeCode (blokken) dit programma: bij opstarten → schrijf servo P1 naar 60. Bij schudden → schrijf servo P1 naar 150, toon pictogram vinkje, pauzeer 800 ms, schrijf servo P1 naar 60, wis scherm.
- 2
- Werkt 'schudden' te grof? Vervang het door 'bij kantelen naar links' en test welk gebaar jouw wipplankje het betrouwbaarst maakt.
- 3
- Klem de drie krokodillenklemmen vast: oranje → P1, rood → 3V, bruin → GND. Controleer elkaar in duo — verkeerd klemmen is de klassieker.
- 4
- Zet de micro:bit met elastiekjes op het wipplankje en sluit het batterijpack aan; leg de USB-kabel wég.
- 5
- Monteer de servo zo dat de arm de knikker halverwege zijn zwaai raakt: draai de arm los, verzet hem één tandje en druk hem terug.
- 6
- Kantel het plankje met de hand: vinkje op het scherm + knikker weg. Niks? Kijk eerst naar het scherm (detecteert hij?) en dan naar de arm (raakt hij?).
- 7
- Doe de drie-op-drie-eindtest met een écht signaal van de vorige module, niet met je hand.

Zo komt het signaal binnen

De vorige module valt of duwt op het uiteinde van het wipplankje; de micro:bit voelt de kanteling (schudden/kantelen-blok).

Zo geeft hij door

De servo-arm zwaait van 60 naar 150 en duwt de knikker van zijn richel: elektronica wordt weer gewoon duwen.

Drie-op-drie-criterium

Drie keer na elkaar: kanteling gedetecteerd binnen 1 seconde (vinkje verschijnt) én de knikker is weg.



M9 • De Lichtpoort

dag 3 • micro:bit trigger-lab (10u45-12u00) + Bouwblok 2 (13u00-14u00)

energie in: **vallen** (een valvlag bedekt de sensor) → energie uit: **rollen** (de servo trekt een pinnetje weg)

12-14

ONDERDELEN • ECHTE MATEN

- micro:bit V2 plat op de plank, LED-scherm naar boven (het scherm *is* de lichtsensor)
- valvlag: kartonnetje 10 × 10 cm aan een draaiend latje boven de micro:bit
- servomotortje met pinnetje dat een wagentje of knikker op een helling tegenhoudt
- batterijpack + 3 krokodillenklemmen (oranje → P2, rood → 3V, bruin → GND)
- kleine helling (gatenplankje 40 cm, één gat hoog) voor het wagentje

AFSTELMATEN

lichtwaarde open	meet ze zelf: vaak 120-180 binnen
lichtwaarde bedekt	meet ze zelf: vaak onder 30
drempel	precies tussenin: (open + bedekt) : 2
servo	ruststand 90 (pin in de baan) → vrijgave 0 (pin weg)

PER LEEFTIJD

Alpaca's only voor het programmeren en kalibreren; Veulens mogen de valvlag bouwen en de wagentjeshelling; Kuikens laten het wagentje starten bij de demo

1

Klik in MakeCode: bij opstarten → schrijf servo P2 naar 90. Voor altijd → als lichtniveau < drempel dan: schrijf servo P2 naar 0, toon klein hartje.

2

Bouw eerst een meetknop: bij druk op knop A → toon getal lichtniveau. Zo kalibreer je met échte waarden in plaats van te gokken.

3

Meet open (vlag omhoog) en bedekt (vlag plat op de micro:bit); reken de drempel uit: precies tussenin, en vul dat getal in je programma in.

4

Monteer de valvlag zo dat de vorige module ze plat over de micro:bit laat vallen.

5

Zet het wagentje op de helling met het servo-pinnetje ervoor (ruststand 90).

6

Test drie keer met de vlag met de hand, dan drie keer met het echte signaal.

7

Belangrijk voor de finale buiten: kalibreer opnieuw op de plek zelf — buitenlicht geeft heel andere getallen dan het lokaal.

De valvlag van de vorige module klappt over de micro:bit: het lichtniveau duikt onder de drempel.

Zo geeft hij door

De servo draait naar 0 en trekt zijn pinnetje uit de baan: het wagentje (of de knikker) rolt de helling af, de volgende module tegemoet.

Drie-op-drie-criterium

Drie keer na elkaar: vlag valt, hartje verschijnt en het wagentje vertrekt binnen 1 seconde — gekalibreerd op de plek waar de module echt staat.

M10 • De Boerderij-finaal: voerklep met slotbel



dag 4 • Boerderijtaak-ontwerp (9u20-10u00)
+ Bouwblok (10u00-10u45)

9-14 ontwerpen en bouwen • 6-8 vullen het voerbakje en denken mee

energie in: rollen (de laatste knikker komt aan) → energie uit: vallen (het voer valt) + het belsignaal voor het publiek

ONDERDELEN • ECHTE MATEN

- ontvangschaaltje op een hefboompje (gatenplankje 20 cm, as door het middengat)
- voerbakje met schuifklep: plaatje 12 × 8 cm tussen twee geleiders, 2 mm speling
- koebel aan een touwtje met veerlus (elastiek) aan het andere eind van het hefboompje
- een handjevol voer dat de verzorger goedkeurt (bv. graan voor de kippen)
- montage aan het hek: minstens 2 m van het kippenhok, voederschaal aan de buitenkant

AFSTELMATEN

klep-speling	2 mm links en rechts: soepel maar niet slodderig
knikergewicht dat volstaat	1 glazen knikker + de vaart van de goot
belslag	veerlus houdt het touw strak: één duidelijke slag
dierenafstand	2 m; het voer valt in de schaal, nooit óp een dier

PER LEEFTIJD

Kuikens: vullen het voerbakje en mogen als eersten kijken of de kippen komen • Veulens: bouwen klep en hefboompje • Alpaca's: stemmen de plek en het voer af met de boerderijverantwoordelijke en leiden de droogtest

1

Overleg éérs met de boerderijverantwoordelijke: welk hok, welk voer, waar precies aan het hek — dieren zitten nooit in het mechanisme, dat is de vaste regel van dag 4.

2

Bouw het hefboompje: schaalte op het ene eind, beltouwtje met veerlus op het andere, as door het middengat.

3

Monteer de schuifklep onder het voerbakje met 2 mm speling per kant; verbind de klep met een touwtje aan het schaalte-eind.

4

Als de knikker in het schaalte valt, zakt dat eind: de klep schuift open (voer valt in de voederschaal) en de bel krijgt aan de andere kant één ferme ruk.

5

Droogtest: doe de drie-op-drie-eindtest met een léég voerbakje en een oefenschaalte — je voedert pas echt op het finale-moment, één keer.

6

Vul het bakje pas vlak vóór de finale, samen met de verzorger, en zet de veiligheidsafstand uit met lint.

7

Na afloop: bakje leeg, klep dicht, alles van het hek — het hek blijft zoals je het vond.

Zo komt het signaal binnen

De laatste knikker van de keten rolt de goot uit en valt in het ontvangschaalte: dat is het enige signaal dat deze module nodig heeft.

Zo geeft hij door

Niet naar een volgende module — dit is het einde: het voer valt (de boerderijtaak) en de koebel slaat aan (het officiële Bel-sigtaal van elke Bel-Uitdaging en van de finale).

Drie-op-drie-criterium

Drie droge doorlopen op rij: knikker in het schaalte → klep volledig open → bel duidelijk hoorbaar. Het echte voer valt maar één keer, en dat is meteen raak.

Koppelen & firebreaks

Koppelregels: zo springt energie van module naar module

Koppelen gebeurt op dag 4 (Generale repetitie 1 en 2), maar wie op dag 2 en 3 al met deze vier regels bouwt, heeft op dag 4 een makkelijke dag.

Regel 1 • Hoogte

Energie stroomt bergaf. De uitgang van module A ligt 2 tot 5 cm hóger dan de ingang van module B. Moet er iets omhoog? Dan hoort daar een katrolmodule (M3/M4) — nooit hoop.

Regel 2 • Richting

De laatste 20 cm vóór elke overgang zijn kaarsrecht en mikken op het midden van het doel. Maak elk doel minstens 3× zo breed als de knikker: mikken doe je bij het bouwen, niet bij de poging.

Regel 3 • Energie-overschot

Test elke overgang met de hélfte van de normale energie (knikker van halve hoogte, half valgewicht). Lukt het dan ook? Dan heb je marge op de grote dag. Lukt het alleen op volle kracht, dan faalt het bij de finale.

Regel 4 • Eén signaal

Elke ingang krijgt precies één signaal. Wil je twee takken samenbrengen of een zwak signaal opfrissen, zet er dan een Trigger-poort (M7) tussen: die vertrekt altijd met verse, volle energie.



De koppelmatrix

Lees per rij: als jouw module deze energievorm afgeeft, dan past ze op deze ingangen.

ENERGIE UIT	PAST OP DEZE INGANGEN	ONTHOUD
duwen	M1 eerste dominosteen · M7 duwvlakje · M6 gewichtje van zijn richel duwen	een duw moet raak zijn: laatste 20 cm recht op het doel (regel 2)
vallen	M2 startrichel · M3/M4 valplankje · M5 lange arm · M8 wipplankje · M9 valvlag	de betrouwbaarste overdracht: hoogteverschil is gratis energie (regel 1)
rollen	M1 eerste steen omtikken · M7 duwvlakje · M10 ontvangschaaltje	knikker minstens Ø 2,5 cm en een rechte aanloop, anders rolt hij ernaast
trekken	M6 touw (via een vallend gewichtje)	trekken loopt altijd via een touw: gebruik een geleide-oog om het spoor te houden
zwaaien	alleen via een vangtrechter of vangbak die het omzet in vallen	zwaaien is het moeilijkst te richten: nooit rechtstreeks op een kleine ingang mikken

 Afbeelding nog te genereren — `../img/materiaal/materiaal-ketting-04.jpg`

16/9

Two teams of children coupling their chain-reaction machines on long tables in a farm courtyard: a marble chute handing over to a domino run with a small blank paper tag taped at the junction, one child measuring the height difference between the two modules with a wooden folding ruler, another child laying a domino flat beside a deliberate gap in the line, chickens strutting between the table legs and open barn doors in the background. Modern educational 3D render, frosted glass panel aesthetic, soft studio lighting, clean pastel gradient background (lavender, sky blue, soft pink), high detail, no readable text, no logos, 16:9



Het firebreak-principe

Een firebreak is een bewuste onderbreking in de keten: het stuk dat er nog niet ligt, kan ook niet per ongeluk vallen. Op dag 1 leren de kinderen het in hun dominolijn, op dag 4 en 5 redt het de generale repetitie en de finale.

1

Nummer elke overgang tussen twee modules: F1, F2, F3 ... — schrijf het nummer op een kaartje en tape het naast de overgang.

2

Elke firebreak is een verwijderbaar tussenstuk: de platte brugsteen in een dominostraat, de wachtknikker die nog niet in de wachtkamer ligt, het servo-pinnetje dat nog in de baan staat.

3

Tijdens het bouwen staan álle firebreaks open. Zo kan een gevallen sectie nooit de hele keten meesleuren — een onderbreking is geen fout, het is een veiligheidsklep.

4

Bij het 'keten klaar'-ritueel sluit de veiligheidschef de firebreaks één voor één, van de láátste module terug naar de start, en roept elk nummer af: 'F7 dicht! F6 dicht!'

5

Valt de keten stil in sectie 4? Alles vóór en na sectie 4 blijft staan. Alleen sectie 4 wordt herbouwd, en de herstart begint vanaf firebreak F3.

6

Op de finale krijgt elke firebreak één hersteller (zie de finale-choreografiekaarten in de testkaarten): die zit op knieafstand, handen op de rug, tot de presentator 'herstel!' roept.

Faaldiagnose



Zo gebruik je de faaldiagnose

Tien tabellen, één per module: symptoom → oorzaak → fix. Zoek het symptoom dat je ziet, doe de fix — en pas altijd maar één ding tegelijk aan, want na elke aanpassing begint de drie-op-drie-telling opnieuw bij één. Print dit tabblad gerust als losse spiekpagina voor het Chaos-uur.



M1 • De Dominostraat

SYMPTOOM	OORZAAK	FIX
De lijn stopt halverwege op een recht stuk	Tussenafstand groter dan de steenhoogte (4 cm)	Meet met het afstandskaartje en zet alles op 3 cm of dichterbij
De lijn valt spontaan om vóór de start	Trillende tafel, stotende ellebogen of wind	Bouw op de grond, sluit firebreaks pas op het allerlaatst en laat één kind waken
De bocht lukt maar soms	Aan de buitenrand van de bocht is de afstand groter dan in het midden	Meer stenen per bocht: zijstap max 1 cm, afstand meten aan de buitenrand
De golf wordt te zwak en de laatste steen duwt niets meer om	Te veel brede tussenafstanden na elkaar remmen de golf af	Zet de laatste 10 stenen vóór de overgang op 2 cm: dan komt de golf hard aan



M2 • De Knikkerhelling

SYMPTOOM	OORZAAK	FIX
De knikker springt uit de goot	Starthoogte te groot voor deze goot	Zet de plank één gat lager, of maak de goot langer en rechter
De knikker stopt halverwege de uitloop	Stof, zand of een tape-rand in de goot	Veeg de goot, plak tape alleen aan de buitenkant, strijk de naad glad
De knikker vertrekt al zonder signaal	De startkuil is te ondiep of de tafel trilt	Maak het kuiltje dieper met een extra laag tape en zet de module verder van de dominostraat
Elke poging eindigt ergens anders	De overgang helling-goot verspringt	Bout de goot vast of klem ze tussen twee uitstekende boutjes in het raster



M3 • De Takel-lift

SYMPTOOM	OORZAAK	FIX
De emmer stijgt niet of maar half	Valgewicht te licht of te weinig valhoogte	Zwaarder zakje (max 400 g) of valplankje een gat hoger monteren
Het piept en het touw staat strak	Touw is uit de katrolgleuf geschoten en loopt over de as	Touw terug in de gleuf leggen en het geleide-oog gebruiken — dat houdt het spoor
De emmer blijft halverwege haken	Emmer schuurt tegen de staander	Verplaats de katrolhaak één gat opzij zodat de emmer vrij hangt
De knikker blijft op de losplank liggen	Losplank kiept te weinig of het kuiltje is te diep	Emmer 2 cm hoger laten stoppen (knoop verleggen) en het kuiltje vlakker maken



M4 • De Krachtverdeler

SYMPTOOM	OORZAAK	FIX
De fles stijgt maar een paar centimeter	Twee parten = halve kracht maar ook halve weg: de valhoogte is te klein	Valplankje hoger monteren (50 → 60 cm) of het kantelplankje lager zetten
De touwparten kruisen en klemmen	Verkeerd ingeschoren	Opnieuw inscheren in deze volgorde: vast punt → losse katrol → vaste katrol → valgewicht
De losse katrol kantelt scheef	De fles hangt uit het midden van de haak	Fles recht onder de katrol hangen, eventueel met een korte lus
Het kantelplankje valt al bij de minste tocht	Het staat te losjes in balans	Geef het een steunrandje van 3 mm: de fles duwt daar makkelijk overheen, de wind niet



M5 • De Wip-katapult

SYMPTOOM	OORZAAK	FIX
De bal vliegt over de bak heen	Te veel energie: valhoogte of hefboomverhouding te groot	Valhoogte halveren of de as een gat richting het midden verplaatsen
De bal blijft gewoon liggen	Het dopje is te diep of de wip klemt op de as	Vlakker dopje monteren en de vleugelmoer een kwartslag lossen
Elke worp landt ergens anders	Het zakje valt telkens van een andere hoogte of de bok schuift	Zakje van een vast plankje laten kiepen en de bok vasttappen op zijn markering
De bal stuitert uit de bak	Harde bodem	Handdoek of dot hooi in de vangbak: die dooft de stuit



M6 • De Wielaandrijving

SYMPTOOM	OORZAAK	FIX
Het wiel draait maar de pin mist het plankje	Startstand van het wiel verschilt per poging	Altijd terugdraaien tot de stiftmarkeringen op wiel en staander tegenover elkaar staan
Het wiel draait niet	Vleugelmoeren klemmen het wiel tegen de staander	Een halve slag lossen tot er 1 mm speling zit; het wiel moet vrij zoeven
Het plankje schuift maar 4 cm	Te weinig trekweg of te veel wrijving op de rails	Gewichtje 10 cm hoger hangen en de rails inwrijven met een kaarsje
Het touw wikkelt zich niet af maar in de knoop	Touw te los rond het wiel gewikkeld	Beginpunt strak vasttappen en maar één nette wikkel gebruiken



M7 • De Trigger-poort

SYMPTOOM	OORZAAK	FIX
De knikker vertrekt vanzelf	Overlap kleiner dan 3 mm, of trillingen van de dominostraat ernaast	Overlap op 5 mm zetten, viltje eronder, poort minstens 10 cm van de dominosectie
De pal beweegt niet bij een zacht duwtje	Boutje te strak aangedraaid	Kwartslag lossen tot het stokje onder zijn eigen gewicht terugvalt
De knikker rolt te traag weg	Wachtkamer ligt te vlak	Helling op één gat verschil zetten en de baan stofvrij vegen
Na het lossen blijft de pal in de baan hangen	Geen aanslag: de pal zwaait door en veert terug	Aanslagboutje plaatsen zodat de pal buiten de baan blijft staan



M8 • De Kantel-verklikker (micro:bit + servo)

SYMPTOOM	OORZAAK	FIX
De servo zoemt maar duwt niet door	Voeding te zwak of de arm loopt vast tegen de richel	Verse batterijen in het pack; arm één tandje verzetten zodat hij vrij zwaait
Het vinkje verschijnt, de knikker blijft liggen	De arm raakt de knikker pas op het einde van de zwaai — daar is hij traag en zwak	Arm zo monteren dat hij de knikker halverwege raakt; duwstand desnoods naar 170
Er gebeurt helemaal niets bij het kantelen	Gebaar te zacht voor het 'schudden'-blok, of klemmen zitten fout	Test met het scherm; wissel naar 'kantelen naar links' en controleer oranje→P1, rood→3V, bruin→GND
De servo duwt op willekeurige momenten	De micro:bit voelt de trillingen van de rest van de keten	Wipplankje op een viltje, verder van de dominostraat, en het gebaar één stap grover kiezen



M9 • De Lichtpoort

SYMPTOOM	OORZAAK	FIX
De poort opent al zonder vlag	Drempel te hoog of een wolk voor de zon	Herkalibreer ter plekke met knop A en kies de drempel exact tussenin
De poort opent nooit	De vlag dekt de micro:bit maar half af	Vlag groter maken (10 × 10 cm) en het scharnier recht boven het scherm hangen
Het wagentje rolt niet weg na de vrijgave	Helling te vlak of het pinnetje sleept nog in de baan	Helling één gat hoger; vrijgavestand van de servo op 0 controleren
Alles werkt binnen, niets werkt buiten	Buitenlicht: 'bedekt' is buiten soms lichter dan 'open' binnen	Altijd herkalibreren op de finaleplek — zet het in je finale-checklist



M10 • De Boerderij-finaal: voerklep met slotbel

SYMPTOOM	OORZAAK	FIX
De klep klemt halverwege	Geleiders te smal of vuil	Speling naar 2 mm per kant schuren en de geleiders stofvrij maken
De bel maakt amper geluid	Beltouw hangt slap: de ruk komt niet aan	Veelrus (elastiek) tussenzetten zodat het touw altijd op spanning staat
Eén knikker is te licht om het schaalteje te doen zakken	Hefboompje in balans of te stug op de as	Belast het schaalteje-eind met een moertje als voorlast, net niet genoeg om te kantelen
De kippen negeren de hele vertoning	Voer valt op een plek waar ze niet durven komen	Voederschaal op hun gewone eetplek zetten — vraag het de verzorger, die weet het

Voor de begeleider

Veertien kaarten in vier reeksen, elk in hun eigen tabblad. De **energiekaarten** horen bij het ontdekkingscircuit van dag 1 en blijven de hele week aan de muur hangen. De **koppelprotocols** zijn voor dag 4. De **storingszoekers** zijn uitgewerkte oefenscenario's voor het Chaos-uur: laat een bureau eerst zelf de diagnoseroute lopen en draai pas dan de sleutel om — de antwoordsleutels staan gebundeld in het laatste tabblad en hang je níet mee op. De **finale-choreografie** is voor dag 5.

Energiekaarten • dag 1



Vijf energievormen, vijf kaarten

Voor het ontdekkingscircuit van dag 1 (9u30-11u30). Elke kaart heeft een herkenopdracht van drie minuten met materiaal dat al op de stations ligt, plus een meetvraag waarvan het antwoord in het machinistenboek belandt.



DUWEN

Zo herken je het: Er is contact, en het voorwerp beweegt in de richting van de duw. Geen contact = geen duw. Hoe zwaarder het voorwerp, hoe meer duw het vraagt voor dezelfde verplaatsing.

energiekaart

OP DE BOERDERIJ

De kruiwagen op het erf, de geit die met haar kop het hek van de schapenwei openduwt, de bezem over de stalvloer.

IN ONZE KETEN

Geven duwen af: M4 (kantelplankje), M6 (schuifplankje), M8 (servo-arm). Nemen duwen aan: M1 (eerste steen), M7 (duwvlakje).

Herkenopdracht • 3 minuten

1

Leg een kurk, een dominosteen en een vol waterflesje op een rij op tafel.

2

Geef elk voorwerp precies genoeg duw om het 10 cm te laten schuiven — niet meer.

3

Voel het verschil: welk voorwerp vroeg de grootste duw? Zet ze op volgorde.

4

Duw nu het flesje met één vinger via een dominosteen ertussen: gaat het nog?

Meetvraag: Hoeveel dominostenen op een rij kan één zachte vingerduw op de eerste steen laten omvallen — 10, 20 of meer? Test het en schrijf je record in het machinistenboek.



VALLEN

Zo herken je het: Alles wat hoog ligt, heeft opgespaarde energie — gratis gekregen van degene die het optilde. Loslaten is genoeg: hoe hoger de start, hoe harder de aankomst.

energiekaart

OP DE BOERDERIJ

Voer dat in de voederbak valt, regen die in de regenton klettert, de hooibaal die van de zolder naar beneden gaat.

IN ONZE KETEN

Geven vallen af: M1 (laatste steen valt), M5 (via de vangbak), M10 (het voer). Nemen vallen aan: M2, M3, M4, M5, M8, M9.

Herkenopdracht • 3 minuten

- 1 Houd een knikker op 10 cm boven een omgekeerd bekertje en laat los: luister naar de tik.
- 2 Zelfde knikker, zelfde bekertje, maar nu van 40 cm: luister opnieuw. Wat hoor je?
- 3 Laat de knikker en een propje papier tegelijk van tafelhoogte vallen: wat komt eerst aan?
- 4 Zoek in het lokaal drie dingen die opgespaarde valenergie hebben, gewoon door waar ze liggen.

Meetvraag: Vanaf welk gat van de staander (gat 3 = 12 cm, gat 4 = 16 cm, gat 5 = 20 cm) haalt jouw knikker het einde van de uitloopgoot drie op drie? Noteer het gatnummer.



ROLLEN

Zo herken je het: Een rond voorwerp op een helling vertrekt vanzelf en houdt zijn vaart lang vast — rollen verliest veel minder energie aan wrijving dan schuiven. Ronde dingen rollen recht als de baan recht is.

energiekaart

OP DE BOERDERIJ

De voerton die je naar de ponystal rolt, een ei dat over het aanrecht weggrolt (voorzichtig!), de kruiwagenband.

IN ONZE KETEN

Geven rollen af: M2 (knikker uit de goot), M7 (wachtknikker), M9 (het wagentje). Neemt rollen aan: M1 (steen omtikken), M7 (pal wegduwen), M10 (schaaltje).

Herkenopdracht • 3 minuten

1 Leg een knikker en een dominosteen bovenaan dezelfde helling (gatenplank op gat 3) en laat tegelijk los.

2 Kijk wat er gebeurt: het ene rolt, het andere schuift en stopt. Waar blijft de energie van de steen?

3 Laat de knikker nu op een handdoek uitrollen en daarna op de kale plank: meet beide afstanden.

4 Zeg in je eigen woorden waarom knikkerbanen glad moeten zijn.

Meetvraag: Hoeveel centimeter rolt jouw knikker uit op de kale plank tegenover op de handdoek? Schrijf beide getallen op — dat verschil is wrijving.

TREKKEN



Zo herken je het: Trekken reist altijd door iets slaps: een touw, een ketting, een riem. Een touw kan alleen trekken, nooit duwen — maar via een katrol kan een trek van richting veranderen: naar beneden trekken wordt omhoog tillen.

energiekaart

OP DE BOERDERIJ

De hendel van de waterpomp, de takel die de hooibaal omhoog trekt, het halstertouw van de pony (dat laat je aan de verzorger).

IN ONZE KETEN

Geeft trekken af: het valgewicht van M3, M4 en M6 (vallen wordt trekken via het touw). Nemen trekken aan: M3/M4 (katrol) en M6 (aandrijftouw).

Herkenopdracht • 3 minuten

- 1 Til het emmertje met 10 knikkers eerst recht omhoog aan het touw: onthoud hoe zwaar dat voelt.
- 2 Leg het touw nu over de vaste katrol en trek naar beneden: zelfde emmer — voelt het anders? Zwaarder, lichter, of alleen anders van richting?
- 3 Probeer met het touw te dúwen tegen de emmer. Lukt niet? Precies: zeg waarom.
- 4 Hang de losse katrol erbij (zoals M4) en voel nog eens: nu is het écht lichter — en het touw wordt dubbel zo lang.

Meetvraag: Tel hoeveel touw je binnenhaalt om de emmer 25 cm te laten stijgen: eerst met alleen de vaste katrol, dan met vaste + losse. Schrijf beide getallen op.

ZWAAIEN



Zo herken je het: Zwaaien is energie die rond een draaipunt reist: een slinger, een wip, een katapultarm. Een slinger heeft een eigen tempo dat alleen van de touwlengte afhangt — niet van hoe hard je duwt.

energiekaart

OP DE BOERDERIJ

Het zwaaiende hek van de schapenwei, de staartzwiep van de mini-koe, de emmer die aan de haak heen en weer wiegt.

IN ONZE KETEN

Geef zwaaien af: M5 (de vliegende bal). Zwaaien wordt nooit rechtstreeks aangenomen: het gaat altijd eerst door een vangbak of trechter die het omzet in vallen.

Herkenopdracht • 3 minuten

1

Knoop een moer aan een touw van 30 cm en laat ze slingeren; tel de heen-en-weertjes in 20 seconden.

2

Maak het touw 60 cm en tel opnieuw: sneller of trager geworden?

3

Duw dezelfde slinger nu eens zacht en eens hard aan: verandert het tempo, of alleen hoe wijd hij zwaait?

4

Kijk naar de Wip-katapult (M5): waar zit het draaipunt, en welk eind legt de langste weg af?

Meetvraag: Hoeveel heen-en-weertjes doet jouw slinger van 30 cm in 20 seconden? En die van 60 cm? Twee getallen, één ontdekking: lengte bepaalt tempo.

Koppelprotocols • dag 4



Drie protocollen voor de koppeldag

De overdrachtstest, de koppelgarantie en de firebreak-plaatsing: drie kaarten die op dag 4 van tien losse modules één betrouwbare keten maken. Ze verwijzen naar het koppelschema en de garantie-briefjes in het machinistenboek (blad 7 en 8).



K1 • De overdrachtstest

dag 4 • Generale repetitie 1 (11u30-12u00) — en telkens twee modules elkaar voor het eerst ontmoeten • Eén overgang testen zonder de hele keten te laten lopen: goedkoop, snel en zonder drama.

koppelprotocol

1

Zet alleen module A en module B klaar; open alle andere firebreaks zodat er niets kan meelopen.

2

Start module A met de hand op zijn gewone startsein — niet door zelf 'even te helpen' halverwege.

3

Kijk alleen naar de overgang: komt het signaal aan op het midden van de ingang van B?

4

Herhaal drie keer. Drie keer raak? Noteer 'overdracht A→B: 3/3' in het koppelschema van het machinistenboek.

5

Doe dan de halve-energie-test (koppelregel 3): knikker van halve hoogte, half valgewicht. Ook raak? Deze koppeling is finale-klaar.

6

Faalt de overgang: niet sleutelen aan twee dingen tegelijk. Eén aanpassing, opnieuw drie keer.

Klaar als: De overgang lukt 3/3 op volle energie én minstens 1× op halve energie, en het staat genoteerd in het koppelschema.



K2 • De koppelgarantie

dag 4 • Koppelgarantie-blok (11u00-11u30) • Twee buurbureaus spreken de overgang tussen hun modules exact af en zetten er hun handtekening onder — een garantie is een afspraak die je kunt nakijken.

koppelprotocol

1

Ga met je buurbureau bij de overgang staan, met een meetlat erbij.

2

Meet en noteer sámen: hoogte van onze uitgang (cm), hoogte van hun ingang (cm) — het verschil moet +2 tot +5 cm zijn.

3

Spreek de richting af: waar mikt onze laatste 20 cm op? Teken een kruisje op het doelvlak.

4

Spreek de timing af: binnen hoeveel seconden na ons startsein komt ons signaal aan?

5

Vul het koppelgarantie-briefje in het machinistenboek in (blad 8) en onderteken allebei.

6

Faalt de koppeling later toch? Geen boete, geen gewijs: verplicht reparatie-overleg van 2 minuten en samen één ding aanpassen — zo staat het in het draaiboek van dag 4.

Klaar als: Het briefje is ingevuld, ondertekend door beide bureaus, en de gemeten hoogtes staan ook in het koppelschema.



K3 · De Firebreak-plaatsing

dag 4 · Chaos-uur ketenniveau (13u00-14u30) en dag 5 vóór elke poging · De keten in veilige secties knippen zodat één fout nooit de hele machine meesleurt, en iedereen weet vanaf waar een herstart begint.

koppelprotocol

1

Loop de keten af van start tot bel en plak bij elke overgang een genummerd kaartje: F1, F2, F3 ...

2

Kies per firebreak het verwijderbare stuk: brugsteen plat, wachtknikker nog niet geplaatst, of servo-pin in de baan.

3

Controleer: staat elke firebreak open zolang er ergens gebouwd wordt? Bouwen naast een gesloten firebreak is vragen om een valse start.

4

Wijs per firebreak één hersteller aan en schrijf de naam op het kaartje.

5

Sluit bij het 'keten klaar'-ritueel de firebreaks van achter naar voor, elk nummer luidop: 'F7 dicht!' — de veiligheidschef leidt dit.

6

Na een stilstand: alleen de gevallen sectie herbouwen en herstarten vanaf de firebreak vóór die sectie. De rest blijft staan.

Klaar als: Alle overgangen genummerd, alle herstellers benoemd, en het sluitritueel is één keer droog geoefend.

Storingszoekers



Vier echte storingen · Chaos-uur, elke dag 14u00

Vier echte storingen, elk met aanwijzingen, machinistenvragen en een diagnoseroute. Speelbaar als droogoefening (lees het scenario voor en laat het bureau de route lopen) of als spiekhulp wanneer net dit probleem zich echt voordoet.

S1 • De bocht die soms wél lukt



Machinebureau De Knalfabriek heeft een dominostraat met een mooie wijde bocht. Op de generale repetitie faalt de bocht één keer op drie: de golf sterft precies in het midden van de bocht uit. Herbouwt een ander kind de bocht, dan lukt het soms opeens wél.

storingszoeker

WAT JE ZIET (3 AANWIJZINGEN)

- De réchte stukken vallen álle keren, zonder uitzondering.
- In de bocht liggen de stenen aan de buitenkant zichtbaar verder uit elkaar dan aan de binnenkant.
- Na elke herbouw ligt de bocht nét iets anders — niemand meet, iedereen schat.

VRAGEN DIE EEN MACHINIST STELT

- Waar precies sterft de golf — altijd op dezelfde steen, of ergens anders per poging?
- Hoe groot is de tussenafstand gemeten aan de búitenrand van de bocht?
- Hoeveel centimeter zijstap maakt elke steen ten opzichte van de vorige?

Diagnoseroute

Check 1: meet de afstand aan de buitenrand van de bocht (niet in het midden!). Check 2: tel de stenen in de bocht en reken de zijstap per steen uit. Check 3: laat twee kinderen elk de bocht herbouwen en vergelijk — meten ze, of schatten ze?

Oplossing: pas ná de drie checks omdraaien — zie sleutel S1 op het begeleidersblad onderaan (niet mee ophangen bij de kinderen).



S2 • De emmer die halverwege blijft hangen

De Takel-lift (M3) van bureau Tandwiel & Zonen deed het gisteren perfect. Vandaag valt het zandzakje netjes, maar de emmer stijgt 10 cm en blijft dan hangen. Het touw staat strak. Ergens klinkt een fijn piepgeluid.

storingszoeker

WAT JE ZIET (3 AANWIJZINGEN)

- Het valgewicht valt volledig tot op de grond.
- Het touw staat snaarstrak, maar er beweegt niets meer.
- Er piept iets, precies bovenaan bij de dwarslat.

VRAGEN DIE EEN MACHINIST STELT

- Waar komt het piepgeluid precies vandaan — laat iemand met zijn oor dichtbij luisteren (handen weg!).
- Ligt het touw nog ín de gleuf van de katrolschijf, of loopt het ernaast over de as?
- Raakt de emmer onderweg de staander?

Diagnoseroute

Check 1: kijk boven — ligt het touw in de katrolgleuf? Check 2: hangt de emmer vrij, of schuurt hij? Check 3: raakt het zakje de grond vóór de emmer boven is (valhoogte tegenover stijghoogte)?

Oplossing: pas ná de drie checks omdraaien — zie sleutel S2 op het begeleidersblad onderaan (niet mee ophangen bij de kinderen).

S3 • De servo zwaait, de knikker blijft liggen



Bureau Vonkwerk heeft zijn Kantel-verklikker (M8) af. Bij elke test verschijnt het vinkje keurig op het micro:bit-scherm en zwaait de servo-arm — maar de knikker ligt er daarna nog altijd. Gek genoeg lukt het wél vaker als de micro:bit op het batterijpack staat dan aan de USB-kabel van de laptop.

storingszoeker

WAT JE ZIET (3 AANWIJZINGEN)

- Het vinkje verschijnt: de kanteling wordt dus gedetecteerd.
- De arm beweegt zichtbaar, maar de knikker krijgt hoogstens een aai.
- Aan de USB-kabel lukt het bijna nooit, op batterijen soms wel.

VRAGEN DIE EEN MACHINIST STELT

- Wáár raakt de arm de knikker: aan het begin, halverwege of op het einde van zijn zwaai?
- Wat doet de USB-kabel met de opstelling — hangt hij ergens aan, trekt hij het wipplankje scheef?
- Van welke stand naar welke stand draait de servo (kijk in het programma)?

Diagnoseroute

Check 1: zet de servo met de hand op de duwstand en kijk waar de arm eindigt ten opzichte van de knikker.

Check 2: leg de USB-kabel volledig weg en test op het batterijpack. Check 3: verzet de arm één tandje op zijn astandwiel en test opnieuw.

Oplossing: pas ná de drie checks omdraaien — zie sleutel S3 op het begeleidersblad onderaan (niet mee ophangen bij de kinderen).

S4 • De poort die te vroeg opent



De Trigger-poort (M7) van bureau De Losse Schroef laat de wachtknikker soms al vertrekken terwijl de dominostraat ernaast nog volop aan het vallen is. Op een aparte testtafel faalt de poort nooit — geen énkele keer. De pal-overlap is gemeten: 2 mm.

storingszoeker

WAT JE ZIET (3 AANWIJZINGEN)

- Het gebeurt alléén wanneer de dominosectie ernaast loopt.
- Op een aparte tafel is de poort onberispelijk.
- De overlap van de pal op de knikker is maar 2 mm.

VRAGEN DIE EEN MACHINIST STELT

- Wat verschilt er tussen de testtafel en de echte plek — behalve de plek zelf?
- Hoeveel overlap raadt de modulegids aan, en hoeveel is er nu?
- Hoe ver staat de poort van de dichtstbijzijnde dominosteen?

Diagnoseroute

Check 1: leg je vingertoppen op de tafel terwijl de dominostraat valt — voel je het? Check 2: vergelijk de gemeten overlap (2 mm) met de afstelmaat van M7. Check 3: verhuis de poort 10 cm verder en leg een viltje onder de module, test opnieuw 3x.

Oplossing: pas ná de drie checks omdraaien — zie sleutel S4 op het begeleidersblad onderaan (niet mee ophangen bij de kinderen).

Finale-choreografie • dag 5



De finale als choreografie

Twee kaarten voor dag 5: wie doet wat tijdens de drie pogingen, en hoe een stilstand geen drama wordt maar gewoon het volgende nummer van de show.

 Afbeelding nog te genereren — `../img/materiaal/materiaal-ketting-05.jpg` 16/9

The grand finale of a children's chain-reaction machine at a farm summer camp: a long chain of plywood pegboard modules winding across the farmyard over tables — falling dominoes, a rolling marble in a wooden chute, a rising bucket on a rope pulley, a seesaw catapult mid-launch — ending at a small wooden feed flap with a cow bell mounted on the fence of the chicken pen, an audience of children and parents watching behind a ribbon at a safe distance, hens waiting near a feeding dish, golden afternoon light over the barn. Modern educational 3D render, frosted glass panel aesthetic, soft studio lighting, clean pastel gradient background (lavender, sky blue, soft pink), high detail, no readable text, no logos, 16:9

F1 • De rolverdeling van de finale



dag 5 • Dagopening (9u00-9u20) verdelen • 14u30-15u30 uitvoeren • Drie pogingen voor publiek, twee camera's, één keten. Iedereen heeft één rol — en wie een rol heeft, hoeft niet zenuwachtig te zijn: je weet precies wat je doet.

finale-choreografie

ROL	DOET DIT	STAAT HIER
Startmeester	laat op het teken van de presentator de allereerste steen vallen	bij de start van de keten, hand boven steen 1
Presentator (Alpaca)	legt elke stap uit aan het publiek en geeft de seinen: start, herstel, applaus	naast de keten, loopt mee met de golf
Camera 1	staat stil en filmt het brede overzicht van de hele keten	vast punt, statief, ziet álles
Camera 2	loopt mee en filmt close-ups, twee stappen vóór de golf uit	langs de keten, aan de publiekskant
Herstellers (1 per firebreak)	zitten op knieafstand van hun sectie, handen op de rug, tot 'herstel!' klinkt	elk bij hun eigen firebreak-kaartje
Teller	noteert per poging waar de keten stopt en klokt de tijd van start tot bel	bij het scorebord, stopwatch in de hand

Zeg dit letterlijk

“Dames en heren investeerders, welkom bij de Kettingreactie-fabriek! U ziet hier één machine, gebouwd door alle machinebureaus samen. Elke overgang die u ziet, is getest: drie op drie. Wij krijgen drie pogingen — want in een echte fabriek telt niet geluk, maar betrouwbaarheid. Startmeester... drie, twee, één!”

F2 · Herstarpunten en de drie pogingen



dag 5 · De Grote Kettingreactie-finale (14u30-15u30) · De keten mag stilvallen — dáárvoor bestaan de firebreaks. Wat niet mag: paniek, duwende handen overal, en een publiek dat niet weet wat er gebeurt. Deze kaart regelt alle drie.

finale-choreografie

POGING	WAT GEBEURT ER	DAARNA
Poging 1	volledige keten, van steen 1 tot de bel — de teller noteert waar hij eventueel stopt	na afloop 5 minuten hersteltijd
Poging 2	herstart van de volledige keten; zwakke sectie is in de pauze bijgesteld (één ding!)	na afloop 5 minuten hersteltijd
Poging 3	de laatste kans — daarna is het applaus, hoe ver de keten ook kwam	aansluitend: Gouden Kettingschakel-uitreiking

Zeg dit letterlijk

“Valt de keten stil, dan zegt de presentator: 'Sectie vier houdt even pauze — herstellploeg, jullie beurt!' De hersteller van die sectie (en alléén die) herbouwt zijn stuk, maximaal 2 minuten op de zandloper. De herstart begint vanaf de firebreak vóór de gevallen sectie: de presentator telt opnieuw af en de hersteller sluit zijn firebreak als startsein. Alles wat al gelopen heeft, blijft liggen — dat is gelopen glorie, dat raakt niemand meer aan. Tussen twee pogingen mag elk bureau precies één ding bijstellen, en de veiligheidschef doet het sluitritueel opnieuw: 'F7 dicht! F6 dicht!' — het publiek mag gerust meeroepen.”

Antwoordsleutels

Apart houden.

Dit tabblad print je op een eigen blad en hang je niet bij de kaarten: de diagnoseroute verliest zijn kracht als de oplossing ernaast hangt.



Antwoordsleutels storingszoekers — enkel voor de begeleider

SLEUTEL	VOLLEDIGE OPLOSSING + DE LES ERACHTER
S1	De bocht is het probleem niet — de meetplek is het. In een bocht is de afstand langs de búitenrand altijd groter dan in het midden: meet je in het midden '3 cm', dan gaapt er buiten misschien 4,5 cm — meer dan een steenhoogte, en daar sterft de golf. Oplossing: meer stenen in de bocht (zijstap max 1 cm per steen) en de tussenafstand voortaan aan de buitenrand meten. En dat 'soms wél na herbouwen'? Kleine plaatsverschillen per herbouw — precies waarom het drie-op-drie-criterium bestaat: één toevalstreffer telt niet.

SLEUTEL	VOLLEDIGE OPLOSSING + DE LES ERACHTER
S2	Het piepgeluid plus het strakke touw verraden wrijving op de verkeerde plek: het touw is uit de katrolgleuf geschoten en loopt nu over de as — daar remt het zo hard dat 300 g valgewicht de emmer niet meer omhoog krijgt. Fix: touw terug in de gleuf én het geleide-oog 10 cm onder de katrol monteren (afstelmaat M3), dat houdt het spoor voorgoed. Controleer daarna ook de verhouding valhoogte/stijghoogte: het zakje moet de grond pas raken ná het losmoment van de knikker — 40 cm val voor 25 cm stijgen, met 10 cm marge.
S3	Twee oorzaken tegelijk, en de aanwijzingen wijzen ze allebei aan. Eén: de arm raakt de knikker pas op het einde van zijn zwaai, waar hij traag en krachteloos is — monteer de arm zo dat hij de knikker hálverwege raakt (afstelmaat M8), desnoods duwstand naar 170. Twee: de USB-kabel is een sluipende saboteur — hij trekt het wipplankje scheef én de laptop-voeding laat de servo zoemen in plaats van doorduwen. In de keten geldt: altijd batterijpack, kabel weg. Dat 'op batterijen lukt het vaker' was de gouden aanwijzing.
S4	'Op een aparte tafel faalt hij nooit' is het bewijs dat de pal zelf in orde is: het probleem reist door de táfel. De vallende dominostraat stuurt trillingen door het blad, en met maar 2 mm overlap (de modulegids zegt 5 mm) wipt de pal los. Fix, in volgorde: overlap naar 5 mm (voelmaat: een muntje), viltje onder de module, en de poort minstens 10 cm van de dominosectie. De les voor élk bureau: test je module ook op zijn échte plek — een module die alleen in stilte werkt, is nog niet ketenklaar.

Voor de begeleider

Twaalf A4-bladen, één boekje per machinist (nietje linksboven volstaat). De bladen volgen het draaiboek en staan hier per fase in tabbladen gegroepeerd: paspoort, moduleplan en energiepijlen op dag 1, offerte en testlogs op dag 2 en 3, koppelschema, garanties en storingslogboek op dag 4, finale-draaiboek, publieksopstelling en reflectie op dag 5. Het maatraster op blad 2: 1 hokje = 1 rastergat = 4 cm in het echt — hetzelfde principe als het rasterpapier van de Houtfabriek.

Dag 1 • start



Bladen 1, 2 en 3 • machinist worden

Op **dag 1** krijgt elke machinist zijn paspoort, tekent zijn bureau het eerste moduleplan op het maatraster (1 hokje = 1 rastergat = 4 cm) en stelt het energiepijlen-blad de vaste vraag van de week: waar komt de energie binnen, wat gebeurt er binnenin, waar gaat ze buiten? Het moduleplan komt er op dag 2 opnieuw bij, zodra het echte bouwen begint.

Mijn machinistenpaspoort

Dit boek hoort bij één machinist van de Kettingreactie-fabriek. Invullen op dag 1, bij de dagopening (9u00-9u30).

NAAM

ONS MACHINEBUREAU HEET

MIJN ROL VANDAAG (ROTEERT ELKE DAG)

☐ hoofdontwerper

☐ testpiloot

☐ veiligheidschef

☐ verslaggever

STARTKAPITAAL IN DE KAS

20 kampmunten

DE VIJF ENERGIEVORMEN — KRUIS AF ZODRA JE ZE GETEMD HEBT

☐ duwen

☐ vallen

☐ rollen

☐ trekken

☐ zwaaien

ONZE DRIE BUREAU-AFSPRAKEN

☐ falen is data, geen mislukking

☐ de veiligheidschef mag álles stilleggen

☐ dieren zitten nooit in het mechanisme

Moduleplan met maatraster

Dag 1 (offerteformulier, 15u00) en dag 2 (bouwblokken). Eerst tekenen, dan bouwen — 1 hokje = 1 rastergat = 4 cm in het echt.

WIJ BOUWEN MODULE (KIES UIT DE MODULEGIDS, M1-M10)

ENERGIE IN → ENERGIE UIT

ONDERDELEN DIE WE NODIG HEBBEN — TEL DE GATEN!

ONDERDEEL	LENGTE (CM)	AANTAL GATEN	STUKS

ONTWERPTEKENING OP HET RASTER (ZIJAAANZICHT, MET DE BOUTEN ALS BOLLETJES)

Energiepijlen-blad

Dag 1, afsluitkring — en opnieuw bij elke nieuwe module: waar komt de energie binnen, wat gebeurt er binnenin, waar gaat ze buiten?

BINNEN · HET SIGNAAL KOMT AAN ALS ...

☐ duwen☐ vallen☐ rollen☐ trekken☐ zwaaien

BUITEN · WIJ GEVEN DOOR ALS ...

☐ duwen☐ vallen☐ rollen☐ trekken☐ zwaaien

BINNENIN · DIT GEBEURT ER STAP VOOR STAP

TEKEN JE MODULE EN ZET PIJLEN OP ELKE PLEK WAAR DE ENERGIE VERSPRINGT

A large grid for drawing a module and indicating energy flow. The grid is 15 columns wide and 15 rows high. A thick black L-shaped line is drawn along the left and bottom edges of the grid, forming a frame for the module drawing.

WAAR VERLIEST JOUW MODULE ENERGIE (WRIJVING, STUITEREN, WIEBELEN)?

Dag 2-3 • bouwen & testen



Bladen 4, 5 en 6 • bouwen en testen

Op **dag 2** gaat de offerte naar de opdrachtgever en houdt het bureau zijn kampmunten-kas bij; het 3-op-3-testlog hoort bij het Chaos-uur van dag 2. Op **dag 3** komt daar het triggerlog bij — want een trigger test je dubbel: reageert hij op het signaal, en zwijgt hij zonder signaal?

Offerte + kampmunten-kas

De offerte gaat vóór elk bouwblok naar de opdrachtgever (dag 2, offerte-ronde 9u20-9u45). Te vaag = teruggestuurd!

WIJ BOUWEN (MODULE + WAT HIJ PRECIES DOET)

MATERIAALKOST IN KAMPMUNTEN

BELOOFDE BETROUWBAARHEID

___ van de 3 testen

HANDTEKENING BUREAU

BESLISSING OPDRACHTGEVER



GOEDGEKEURD



TERUGGESTUURD,
want:

FEEDBACK BIJ TERUGSTUREN

ONZE KAS DEZE WEEK

DAG	WAT	+ / -	SALDO
1	startkapitaal	+20	20

DAG	WAT	+ / -	SALDO

3-op-3-testlog · bouwmodule

Chaos-uur dag 2 (14u00-14u30): vijf testpogingen, telkens één ding aanpassen. Daarna pas de eindtest.

MODULE + TESTPILOOT

POGING	KWAM HET SIGNAAL BINNEN?	GAF HIJ DOOR?	WAT GING ER MIS?	DIT ENE DING PAS IK AAN
1				
2				
3				
4				
5				

Drie-op-drie-eindtest (criterium uit de modulegids overnemen!)

ONS CRITERIUM

EINDTEST	GELUKT? (JA/NEE)	OPMERKING
1		
2		
3		

Let op: na elke aanpassing begint de telling opnieuw bij eindtest 1. Drie op drie is drie op rij.

3-op-3-testlog · trigger

Chaos-uur dag 3 (14u30-15u00): een trigger test je dubbel — reageert hij op het signaal, en zwijgt hij zonder signaal?

TRIGGER (M7, M8 OF M9) + TESTPILOOT

POGING	REAGEERDE HIJ OP HET SIGNAAL?	HOE SNEL (TEL: 21, 22 ...)?	WAT PAS IK AAN (HOEK / AFSTAND / GEVOELIGH
1			
2			
3			
4			
5			

De zwijgtest

Zet de trigger op scherp naast een wérkende dominosectie en wacht 2 minuten zonder iets te doen.

ZWIJGTEST	GING HIJ VANZELF AF? (JA/NEE)	ZO JA: WAT WAS DE ECHTE OORZAAK?
1		
2		
3		

EINDOORDEEL: 3× GEREAGEERD ÉN 3× GEZWEGEN?

☐ JA — ketenklaar

☐ NEE — terug naar de faaldiagnose van de modulegids

Dag 4 · koppelen



Bladen 7, 8 en 9 · koppelen

Dag 4 is papierdag én kettingdag tegelijk: het koppelschema legt de volgorde en de hoogtes van de hele keten vast, de koppelgarantie-briefjes maken van elke overgang een ondertekende afspraak tussen buurbureaus, en het storingslogboek maakt van elke stilstand meetbare data.

 Afbeelding nog te genereren — ../img/materiaal/materiaal-ketting-06.jpg 16/9

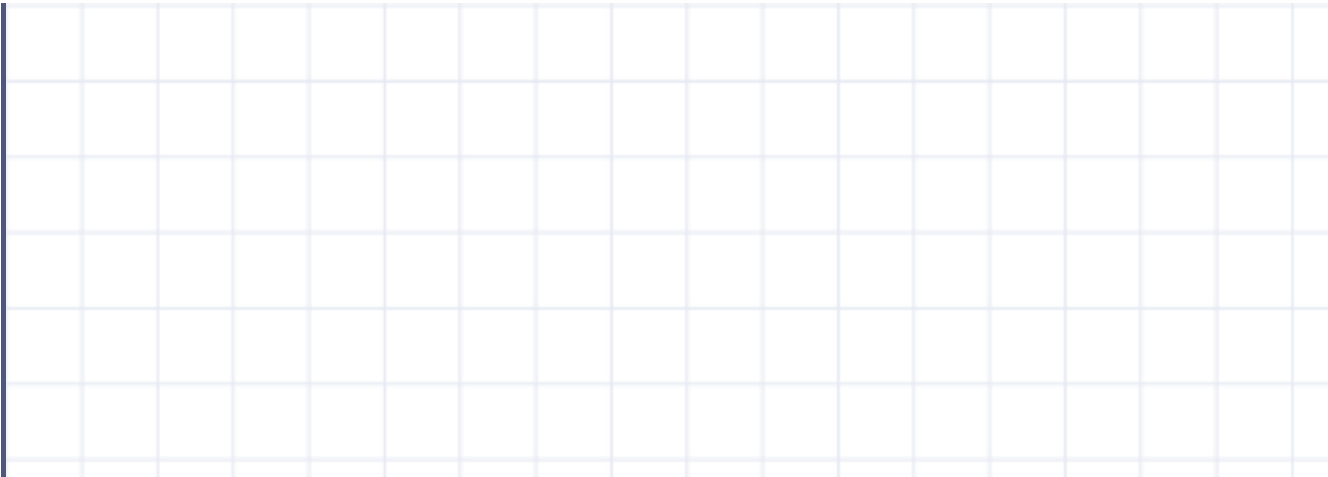
Two children from neighbouring build teams filling in and signing a paper agreement sheet on a clipboard between their two wooden chain-reaction modules, a folding ruler lying across the junction where a marble chute meets a small trigger gate on pegboard planks, a jar of wooden camp coins and a pencil on the table, farm classroom with hay bales and a curious alpaca looking in through the doorway. Modern educational 3D render, frosted glass panel aesthetic, soft studio lighting, clean pastel gradient background (lavender, sky blue, soft pink), high detail, no readable text, no logos, 16:9

Koppelschema van de hele keten

Dag 4, dagopening (9u00-9u20): de volgorde ligt vast vóór er gekoppeld wordt. Hoogteverschil per overgang: +2 tot +5 cm.

NR	MODULE	BUREAU	UITGANG (CM)	INGANG VOLGENDE (CM)	VERSCHIL	FIREBREAK
1						F1
2						F2
3						F3
4						F4
5						F5
6						F6
7						F7
8						F8

PLATTEGRONDJE: TEKEN DE KETEN OVER HET TERREIN (START ☆, BEL)



Koppelgarantie-briefjes

Dag 4, koppelgarantie-blok (11u00-11u30). Eén briefje per overgang; het tweede is voor je andere buur.

KOPPELGARANTIE · OVERGANG F ____

Bureau _____ garandeert aan bureau _____ :

onze uitgang op hoogte ____ cm · richting: recht op het kruisje op jullie doelvlak · binnen ____ tellen na ons startsein leveren wij een (omcirkel):

DUW · VAL · ROLLENDE KNIKKER · TREK

af, in het midden van jullie ingang.

Overdrachtstest gedaan: ____ / 3 · halve-energie-test: gelukt / niet gelukt

Handtekening bureau A: _____ Handtekening bureau B: _____

KOPPELGARANTIE · OVERGANG F ____

Bureau _____ garandeert aan bureau _____ :

onze uitgang op hoogte ____ cm · richting: recht op het kruisje op jullie doelvlak · binnen ____ tellen na ons startsein leveren wij een (omcirkel):

DUW · VAL · ROLLENDE KNIKKER · TREK

af, in het midden van jullie ingang.

Overdrachtstest gedaan: ____ / 3 · halve-energie-test: gelukt / niet gelukt

Handtekening bureau A: _____ Handtekening bureau B: _____

ALS DE KOPPELING TOCH FAALT

Geen boete, geen gewijs:

REPARATIE-OVERLEG VAN 2 MINUTEN

tussen beide bureaus, samen één ding aanpassen, dat stukje opnieuw testen.

Storingslogboek ketenniveau

Dag 4, Chaos-uur ketenniveau (13u00-14u30): elke stilstand is een rij in deze tabel — falen is meetbare data.

De vijf machinistenvragen bij elke storing

☐ Is het signaal wel aangekomen?

☐ Was er genoeg energie over?

☐ Klopte de richting?

☐ Beweegt er iets dat vast moet zitten?

☐ Zit er iets vast dat moet bewegen?

Logboek

WAAR GESTOPT (F-NR)	SYMPTOOM	VERMOEDEN	TEST DIE WE DEDEN	FIX (ÉÉN DING!)	HERTEST 3/3 OK?

HARDNEKKIGSTE STORING VAN VANDAAG — EN HOE WE ZE KLEIN KREGEN

Dag 5 • de finale



Bladen 10, 11 en 12 • de finale

Op **dag 5** verhuist alles naar het publiek: het finale-draaiboekblad verdeelt de rollen bij de dagopening, de publieksopstelling tekent het terrein met lint en dierenzone vóór de investeerders aankomen, en na de bel volgen de reflectie en het machinistendiploma.

Finale-draaiboekblad

Dag 5: rollen bij de dagopening (9u00-9u20), uitvoering bij de Grote Finale (14u30-15u30).

ROL	NAAM	STAAT WAAR
startmeester		
presentator		
camera 1 (breed)		
camera 2 (close-up)		
teller + stopwatch		
hersteller F1-F2		
hersteller F3-F4		
hersteller F5-F6		
hersteller F7-F8		

WAT ONZE PRESENTATOR ZEGT OVER ÓNZE MODULE (2 ZINNEN, OEFENEN OM 11U30!)

POGING 1 · GESTOPT BIJ / TIJD

POGING 2 · GESTOPT BIJ / TIJD

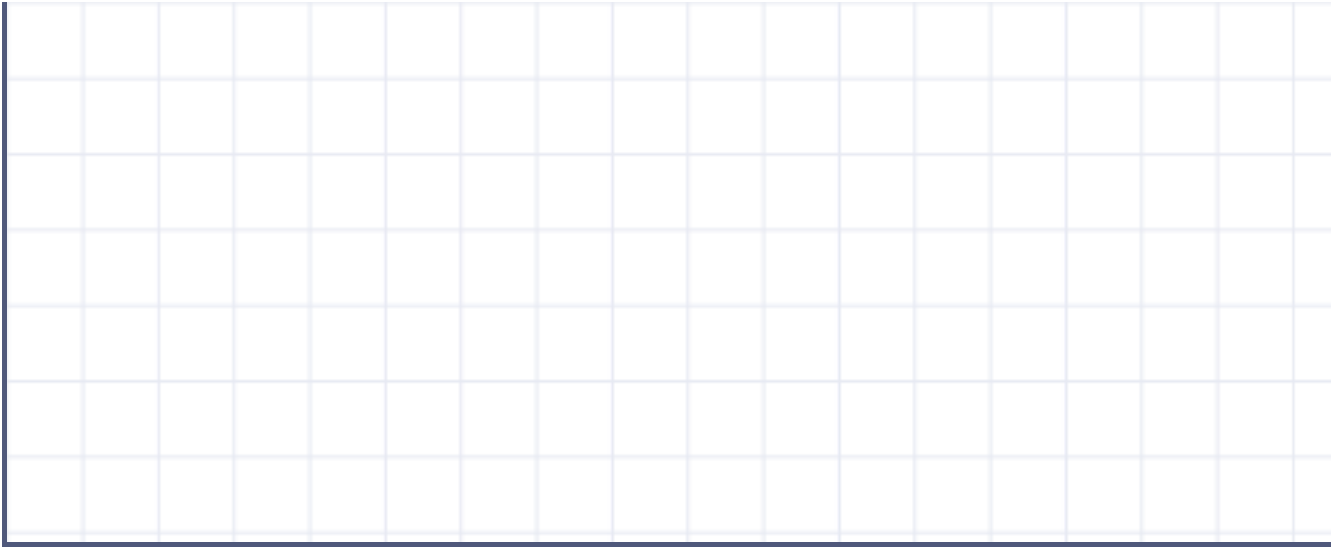
POGING 3 · GESTOPT BIJ / TIJD

TUSSEN DE POGINGEN STELLEN WIJ DIT ENE DING BIJ

Publieksopstelling

Dag 5, filmopstelling (11u30-12u00): teken waar alles en iedereen staat vóór de investeerders aankomen (13u30).

PLATTEGROND: KETEN, PUBLIEK, CAMERA 1 EN 2, LINT, DIERENZONE



Veiligheidscheck vóór de deuren opengaan

☐ publiek achter het lint, 2 m van de keten

☐ camera 1 op statief, ziet de héle keten

☐ camera 2 heeft vrije looproute aan de publiekskant

☐ dierenzone: 2 m rond de voerklep afgezet, verzorger verwittigd

☐ looppaden vrij van kabels en knikkers

☐ regenplan-B: binnenversie in het leslokaal staat klaar

☐ toestemming ouders voor video-opnames is binnen (checklist kamppagina)

Reflectie + machinistendiploma

Dag 5, na de finale (15u30-16u00): eerst eerlijk terugkijken, dan het diploma — jullie hebben het verdiend.

DIT BOUWDE IK DEZE WEEK

MIJN MOOISTE MISLUKKING — EN WAT ZE ME LEERDE

DIT VERANDERDEN WE BEWUST NA EEN TEST

DIT KAN IK NU UITLEGGEN AAN DE INVESTEERDERS

MACHINISTENDIPLOMA

DE KETTINGREACTIE-FABRIEK VERKLAART DAT

module

M ____

bouwde, ze

3 OP 3

testte en de keten mee tot aan de bel bracht.

Handtekening opdrachtgever: _____ · Handtekening machinist: _____

Zo werkt jouw kampweek



Zo werkt jouw kampweek

Dit is jouw eigen kampweek. Bovenaan zie je Dag 1 tot Dag 5 — klik op een dag en lees wat jij die dag gaat bouwen.

Bij elke dag hoort een lijstje met stappen. Deed je iets al vandaag? Vink het af. Hoe meer vinkjes, hoe voller de balk wordt — en is de balk helemaal vol, dan heb je die dag volbracht!

Je vinkjes blijven bewaard op dít toestel. Kom je morgen terug op dezelfde computer of tablet? Dan zie je meteen weer waar je gisteren gebleven was. Speel je op een ander toestel, dan begin je daar gewoon met een lege lijst — dat is normaal.

Helemaal achteraan vind je **Na het kamp**: wat je mee naar huis neemt.



Van ontdekker tot machinist

Deze week verandert je rol elke dag. Op Dag 1 ben jij nog **ontdekker**: je voelt hoe duwen, vallen, rollen, trekken en zwaaien werken, en bouwt je eerste dominolijn. Op Dag 3 word jij **programmeur**: jij geeft een micro:bit-sensor zijn eerste taak. En op Dag 5 ben jij **machinist én presentator**: jij laat je machine draaien voor echt publiek. Onderweg werk je in een eigen machinebureau met een vaste naam, een rollenbord dat elke dag doorschuift, kampmunten in je kas, en je eigen machinistenboek.

Dag 1



Vandaag word jij ...

Vandaag word jij ontdekker! Je proeft van alle vijf krachten die deze week terugkomen: duwen, vallen, rollen, trekken en zwaaien, op vijf korte stations. Daarna vorm je met je team je eigen **machinebureau**: een naam, een rollenbord en 20 kampmunten in de kas. In de namiddag bouw je je eerste dominolijn — met minstens één bocht en één firebreak, een bewuste opening die je lijn veilig in stukken knipt.

 Afbeelding nog te genereren — `../img/materiaal/materiaal-ketting-07.jpg`

16/9

Children at a farm camp rotating through discovery stations — a marble ramp, a rope pulley, a lever — then kneeling together over a long curving line of standing wooden dominoes on a pegboard base plank with a deliberate gap left open near the end, a hand-drawn team roster poster with names pinned to a corkboard nearby, cosy barn classroom, soft morning light. Modern educational 3D render, frosted glass panel aesthetic, soft studio lighting, clean pastel gradient background (lavender, sky blue, soft pink), high detail, no readable text, no logos, 16:9

- ☐ Ik doorliep het ontdekkingscircuit: helling, katrol, hefboom, domino en wiel
- ☐ Ik vormde met mijn team ons machinebureau en koos mijn eerste rol
- ☐ Ik voelde het verschil tussen dicht (snel en hard) en breed (traag en spectaculair) bij mijn dominostenen
- ☐ Ik bouwde onze dominolijn met minstens één bocht en één firebreak
- ☐ Ik testte onze lijn in het Chaos-uur en paste iets aan na een mislukking
- ☐ Ik speelde Domino-blind en gaf of volgde instructies zonder te kijken
- ☐ Ik vulde ons offerteformulier in voor morgen

0/7



Wat je erbij pakt

De Dominostraat (M1) met al haar afstelmaten vind je in de modulegids. Je paspoort, je eerste moduleplan en je energiepijlen-blad vul je in je machinistenboek in.



Vertel dit thuis

“Welke firebreak bouwden wij vandaag in onze dominolijn — en waarom hoorde daar een gat in?”



Vandaag word jij ...

Vandaag word jij bouwer van kracht! Eerst voel je het verschil: een emmer optillen met je blote handen tegenover met een echte takel. Daarna bouw je zelf de Takel-lift met een katrol en touw, en de Wip-katapult die een balletje wegschiet. In de namiddag voeg je een tweede katrol toe en voel je hoeveel lichter dat trekt. Elke module test je in het Chaos-uur, en je speelt de Hefboomval.

Beeldconcept



Afbeelding nog te genereren —

../img/materiaal/materiaal-ketting-08.jpg

16/9

Children building a small wooden gallows tower with a rope and pulley lifting a bucket of marbles, next to a seesaw catapult mid-launch sending a ping-pong ball toward a padded catch box, a paper order form on a clipboard and a small jar of wooden camp coins on the table, farm workshop interior, bright midday light. Modern educational 3D render, frosted glass panel aesthetic, soft studio lighting, clean pastel gradient background (lavender, sky blue, soft pink), high detail, no readable text, no logos, 16:9

☐

Ik voelde het verschil: een emmer optillen met mijn blote handen tegenover met een takel

☐

Ik schreef mee aan onze offerte voor de opdrachtgever

☐

Ik bouwde onze Takel-lift met een vaste katrol, touw en emmertje

☐

Ik bouwde onze Wip-katapult en testte het draaipunt op drie plekken

☐

Ik voegde de losse katrol toe en voelde hoeveel lichter dat trekt

☐

Ik testte onze module vijf keer in het Chaos-uur en noteerde wat er misging

☐

Ik speelde De Hefboomval en trok pas als de bel klonk

☐

Ik deed mee aan onze eerste Bel-Uitdaging



Wat je erbij pakt

De Takel-lift (M3), de Krachtverdeler (M4) en de Wip-katapult (M5) staan met al hun afstelmaten in de modulegids. Je offerteformulier en je eerste testlog vul je in je machinistenboek in.



Vertel dit thuis

“Hoeveel lichter voelde de emmer met de losse katrol erbij — en waarom werd het touw dan wél twee keer zo lang?”

Dag 3



Vandaag word jij ...

Vandaag word jij programmeur! Je bouwt de Wielaandrijving en de Trigger-poort — een mechanische wachter die pas één duwtje doorlaat. Ben je 12-14? Dan programmeer je zelf een micro:bit in MakeCode: een kanteldetector met een servomotor, of een lichtsensordie een valvlag herkent. Jonger? Dan bouw je een kant-en-klare, al geprogrammeerde module in en test je "doet-ie het". Aan het eind geef je een verkoop-demo aan een ander machinebureau.

Beeldconcept



Afbeelding nog te genereren —

../img/materiaal/materiaal-ketting-09.jpg

16/9

Children turning a wooden pegboard wheel connected by string to a hanging weight next to a small trigger gate, another pair of children connecting crocodile clip wires from a micro:bit to a tiny servo motor on a tilting plank, the little LED matrix screen glowing, farm workshop table, warm afternoon light. Modern educational 3D render, frosted glass panel aesthetic, soft studio lighting, clean pastel gradient background (lavender, sky blue, soft pink), high detail, no readable text, no logos, 16:9

☐

Ik bouwde mee aan onze Wielaandrijving of onze Trigger-poort

☐

Ik programmeerde mijn eigen micro:bit-trigger in MakeCode — of bouwde de kant-en-klare module in

☐

Ik stelde de servo en de knikker zo af dat het signaal precies op tijd doorkomt

☐ Ik gaf onze verkoop-demo aan een ander machinebureau

☐ Ik testte onze trigger vijf keer in het Chaos-uur en paste telkens één ding aan

☐ Ik speelde het Trigger-duel mee

☐ Ik deed mee aan de complexere Bel-Uitdaging van vandaag

0/7



Wat je erbij pakt

De Wielaandrijving (M6), de Trigger-poort (M7), de Kantel-verklikker (M8) en de Lichtpoort (M9) staan met hun programmeerstappen in de modulegids. Je triggerlog vul je in je machinistenboek in.



Vertel dit thuis

“Reageerde onze micro:bit-trigger sneller dan ikzelf kon reageren in het Trigger-duel?”

Dag 4



Vandaag word jij ...

Vandaag word jij koppelaar! Alle losse modules van de week moeten vandaag samen wel één machine worden. Je ontwerpt met je team de Boerderij-finaal: voer, water of een signaal voor de dieren — nooit een dier in het mechanisme. Je overlegt met je buurbureau en ondertekent een koppelgarantie. Dan volgt de eerste generale repetitie: die faalt bijna altijd, en dat is oké! In het Chaos-uur los je het samen met je buur op, sectie per sectie.

 Afbeelding nog te genereren — `../img/materiaal/materiaal-ketting-10.jpg`

16/9

Two teams of children measuring the height difference between their two chain-reaction modules with a folding ruler at the junction, one child taping a small numbered tag at the joint, another pair signing a paper agreement sheet on a clipboard nearby, wooden pegboard modules lined up in a row across a farm courtyard table, golden afternoon light. Modern educational 3D render, frosted glass panel aesthetic, soft studio lighting, clean pastel gradient background (lavender, sky blue, soft pink), high detail, no readable text, no logos, 16:9

☐ Ik dacht mee aan ons boerderijtaak-ontwerp: voer, water of een signaal — nooit een dier in het mechanisme

☐ Ik overlegde met ons buurbureau over hoogte, richting en timing van onze overgang

☐ Ik ondertekende samen met mijn buurbureau onze koppelgarantie

☐ Ik deed mee aan de eerste generale repetitie van de hele keten

☐ Ik deed een reparatie-overleg van 2 minuten met een buurbureau na een storing

☐ Ik deed mee aan de tweede generale repetitie — hoe ver raakten we nu?

☐ Ik speelde De Menselijke Kettingreactie mee en bouwde een firebreak in de kring

☐ Ik hielp beslissen wie morgen welke rol krijgt bij de finale

0/8



Wat je erbij pakt

De koppelregels, de koppelmatrix en het firebreak-principe staan in het tabblad Koppelen & firebreaks van de modulegids. Je koppelschema, je koppelgarantie-briefjes en je storingslogboek vul je in je machinistenboek in — en bij een vastzittende storing help je testkaart mee: de test- en storingskaarten.



Vertel dit thuis

“Waar stopte onze keten bij de eerste generale repetitie — en hoe losten we dat samen met ons buurbureau op?”

Dag 5



Vandaag word jij ...

Vandaag word jij machinist én presentator! Je doet nog één laatste testronde, zonder grote veranderingen meer — op de dag zelf verander je zo weinig mogelijk. Je oefent je slotpitch: wat bouwden we, wat ging fout, hoe losten we het op. Dan komen de ouders — jullie "investeerders" — en speel je de Grote Kettingreactie-finale: drie pogingen voor publiek, gefilmd vanuit twee hoeken. Aan het eind krijg je je machinistendiploma.

Beeldconcept



Afbeelding nog te genereren —

../img/materiaal/materiaal-ketting-11.jpg

16/9

The full chain reaction machine running across a farmyard in front of a small audience of children and parents standing behind a rope line, falling dominoes handing off to a rolling marble, a rising bucket, and a seesaw catapult mid-launch, ending at a small wooden feed flap with a cowbell mounted on the chicken pen fence, a child filming with a phone on a small tripod, golden late-afternoon light. Modern educational 3D render, frosted glass panel aesthetic, soft studio lighting, clean pastel gradient background (lavender, sky blue, soft pink), high detail, no readable text, no logos, 16:9

☐

Ik deed mee aan de allerlaatste testronde, zonder grote veranderingen meer

☐

Ik hielp met de allerlaatste kleine reparaties, geen nieuwe ontwerpen meer

☐

Ik oefende mijn stukje van onze slotpitch

☐

Ik hielp de filmopstelling testen

☐

Ik gokte mee bij de Drie-Pogingen-Weddenschap

☐

Ik gaf onze slotpitch aan onze eigen investeerders — mijn ouders!

☐ Ik deed mee aan de Grote Kettingreactie-finale, alle drie de pogingen

☐ Ik kreeg mijn machinistendiploma

0/8



Wat je erbij pakt

Je finale-draaiboekblad, je publieksopstelling en je reflectieblad met diploma vind je in je machinistenboek. De finale-choreografiekaarten staan in de test- en storingskaarten.



Vertel dit thuis

“Wat was het spannendste moment van onze finale — en hoever raakte onze keten?”

Na het kamp



Wat je mee naar huis neemt

Je hebt deze week een échte machine gebouwd: van ontdekker die vijf krachten leerde voelen, tot programmeur die een micro:bit zijn eerste taak gaf, tot machinist die zijn stuk van de keten liet draaien voor publiek. Je machinistenboek met twaalf ingevulde bladen is jouw logboek van de hele week — bewaar het goed, want daar staat elke test en elke aanpassing in die jij deed.



Jouw diploma

Na de finale krijg je je machinistendiploma. Daarop staat welke module jij bouwde, dat je ze drie keer na elkaar liet lukken, en dat jij mee de keten tot aan de bel bracht. Je opdrachtgever en jijzelf ondertekenen het samen.



Een uitdaging voor thuis

Bouw thuis een mini-kettingreactie van minstens drie stappen met gewone dingen: een boek dat een bal wegduwt, een bal die tegen een beker rolt, een beker die een deurtje dichtklapt. Test ze apart, koppel ze dan aan elkaar — en film het resultaat voor je familie!