

iSTAGE 3

FOTBOLL

I NATURVETENSKAPS-
UNDERVISNINGEN



REDAKTIONELL INFORMATION

PUBLICERAD AV

Science on Stage Deutschland e. V.
Poststraße 4/5
10178 Berlin · Tyskland

WORKSHOPSAMORDNARE

Biosfären

Jean-Luc Richter
Collège Jean-Jacques Waltz, Marckolsheim, Frankrike
jeanluc.richter@gmail.com

Kroppen

Prof. dr. Miguel Andrade
Johannes Gutenberg University Mainz, Tyskland
andrade@uni-mainz.de

Bollen

Dr. Jörg Gutschank (huvudsamordnare)
Leibniz Gymnasium | Dortmund International School,
Dortmund, Tyskland
Ordförande Science on Stage Deutschland e. V.
j.gutschank@science-on-stage.de

Big data

Bernard Schriek (pensionerad)
Marien-Gymnasium Werl, Tyskland
bernard.schriek@t-online.de

ÖVERGRIPANDE SAMORDNING OCH REDIGERING SCIENCE ON STAGE DEUTSCHLAND E. V.

Stefanie Schlunk, direktör
Johanna Schulze, ställföreträdande direktör
Daniela Neumann

REVISION OCH ÖVERSÄTTNING

TransForm Gesellschaft für Sprachen- und Mediendienste mbH
www.transformcologne.de

UPPHOVSRÄTT

Författarna har efter bästa förmåga kontrollerat alla upphovs-
rättsliga aspekter av bilder och texter som används i denna
publikation.

DESIGN

WEBERSUPIRAN.berlin

ILLUSTRATIONER

Tricom Kommunikation und Verlag GmbH
www.tricom-agentur.de

MED STÖD FRÅN

SAP

BESTÄLL FRÅN

www.science-on-stage.de
info@science-on-stage.de

ISBN (PDF) 978-3-942524-50-6

Creative-Commons-licens: Attribution Non-Commercial Share
Alike



Första utgåvan publicerad 2016
© Science on Stage Deutschland e. V.

INNEHÅLL

04 Välkommen

05 Förord iStage 3

06 Deltagare

07 BIOSFÄREN

08 Studier i gröngräset

12 Trampai det ekologiska fotavtrycket

16 Grönt ljus för fotbollsplanen

21 KROPPEN

22 Dags för fysik

26 Håll igång hjärnan

32 Bollhantering

39 BOLLEN

40 Under tryck

46 Bollen i rörelse

52 Skruvad fysik

57 BIG DATA

58 Datamatch

64 Straffläggning

68 Målbörsen

74 IT ger flera mål

76 Ytterligare resurser och material · Projektevenemang

77 Parkort



VÄLKOMMEN



Fotboll är mer än ett spel. Ingen annan sport för samman fler människor över hela världen. Tidigare var det som räknades inom fotbollen en kombination av styrka och uthållighet, och träningsmetoderna var anpassade efter det. I dag använder fotbollsklubbarna i allt högre grad innovativa tekniska lösningar för att hitta de bästa spelarna på marknaden, utveckla klubbens egna talanger på ett mer målinriktat sätt, skapa en långsiktig klubblojalitet hos spelarna, utveckla spelfilosofin om det behövs och utarbeta långsiktiga strategier. Det gäller spelare, tränare, talangscouter, det medicinska teamet och klubbens affärsprocesser.

Med de senaste verktygen, till exempel *SAP Sports One*, går det att analysera matcher digitalt i realtid på en smarttelefon. Spelarna och deras tränare kan använda ultramodern IKT-teknik för att analysera resultatparametrar och på så sätt förbereda sig ännu effektivare inför matcherna. Det tyska landslaget vann VM i Brasilien 2014 med hjälp av detta analysverktyg. Även klub-

bar som FC Bayern München använder det för sina träningar. Tack vare lösningar från SAP för sportsektorn kan de skaffa sig en konkurrensfördel och ligger alltid ett steg före konkurrentlagen.

Men spel och spelanalys är förstås inte bara för proffs. Tekniken går utmärkt att integrera i klassrumsundervisningen i naturvetenskap, teknik och matematik! Med exempel ifrån fotbollen går det att konkret fördjupa sig i många tvärvetenskapliga frågeställningar inom naturvetenskap och teknik. Elevernas entusiasm för sporten kan motivera dem att ta reda på mer och kan till och med inspirera ett framtida yrkesval. Detta är extra viktigt för oss som IT-företag.

Därför satsar SAP särskilt på att tidigt uppmuntra barns och ungdomars intresse för naturvetenskap, teknik och matematik med praktiska metoder. Häftet *iStage 3 – Fotboll i naturvetenskapsundervisningen* visar hur man kan lyckas med det. Materialet innehåller många exempel på kreativ klassrumsundervisning som både lärare och elever kommer att minnas länge.

Jag är väldigt glad att vi kan stödja Science on Stage Deutschland e.V. med detta projekt. Jag är övertygad om att det nya häftet kommer att bli en lika stor framgång som de båda tidigare, *iStage 1 – Teaching Materials for ICT in Natural Sciences* och *iStage 2 – Smartphones in Science Teaching*. Jag vill rikta ett särskilt tack till Science on Stage Deutschland för vårt fina samarbete, inte minst med lärarna från 15 olika länder som gjorde detta häfte möjligt med sitt stora engagemang och hårda arbete!

MICHAEL KLEINEMEIER

Ledamot i styrelsen för SAP SE

iSTAGE 3: AV LÄRARE FÖR LÄRARE!

LÄRAREN OCH ÄMNET ÄR DET ENDA VIKTIGA.

År 2000 svarade hundratals lärare från hela Europa på ett upprop från EU och EIROforum om att förbättra den naturvetenskapliga kunskapsnivån i EU. Vi samlades på CERN för evenemanget "Physics on Stage", föregångaren till de Science on Stage-festivaler som nu arrangeras vartannat år i olika europeiska länder. Redan då, långt innan John Hattie gjorde sin omtalade studie, stod det klart för oss att en av de viktigaste faktorerna för effektivt lärande är läraren.

Science on Stage har utvecklat uppföljningsaktiviteter utöver festivalerna för att ge lärare i Europa fler möjligheter att dela med sig av bra idéer. En av aktiviteterna är iStage som SAP ger ett generöst bidrag till. I iStage 3 tar vi upp ett ämne som betyder mycket för många elever: fotboll!

20 av de bästa lärarna från 15 europeiska länder har delat med sig av sin expertis under ett samarbete som har pågått i ett och ett halvt år. De har utarbetat undervisningsenheter inom biologi, kemi, fysik, datorkunskap och matematik om biosfären, den mänskliga kroppen, bollen och big data. Resultatet visar att fotboll lämpar sig utmärkt för naturvetenskapsundervisning.

Processen med att utarbeta iStage-häftena är speciell, eftersom den i hög grad bygger på lärarnas yrkeskompetens. Under de personliga mötena har experter från olika länder tagit fram idéer till häftena som bygger på förhållandena på sina egna skolor. Laborationerna har även prövats i klassrummet av deltagarna, och därför är vi säkra på att de exempel som ingår i



materialet fungerar i praktiken. Deltagarna i iStage 3 lade ner ett omfattande arbete på sin fritid. Tack för alla för insatsen – resultatet är fantastiskt!

Nu är vår iStage-trilogi komplett. Vi kommer givetvis att fortsätta vårt arbete eftersom vi inom Science on Stage är väl medvetna om att det är läraren och ämnet som är viktigast av allt.

DR JÖRG GUTSCHANK

Leibniz Gymnasium | Dortmund International School
Ordförande Science on Stage Germany
Huvudsamordnare



DELTAGARE

20 DELTAGARE FRÅN 15 LÄNDER

Förnamn	Efternamn	Land	Avsnitt
Miguel	Andrade	Tyskland	Samordnare för Kroppen
Kirsten	Biedermann	Tyskland	Bollen, Kroppen
Pere	Compte	Spanien	Big data
David	Featonby	Storbritannien	Kroppen
Anders Erik	Florén	Sverige	Bollen
Márta	Gajdosné Szabó	Ungern	Biosfären
Jörg	Gutschank	Tyskland	Samordnare Bollen
Janine	Hermannhin	Schweiz	Biosfären
Philippe	Jeanjacquot	Frankrike	Bollen
Stephen	Kimbrough	Tyskland	Big data
Dionysis	Konstantinou	Grekland	Bollen
Maeve	Liston	Irland	Big data
Andreas	Meier	Tyskland	Bollen, Kroppen
Giorgia	Messori	Italien	Biosfären
Marco	Nicolini	Italien	Big data
Jean-Luc	Richter	Frankrike	Samordnare för Biosfären
Bernard	Schriek	Tyskland	Samordnare för Big data
Maaïke	Smeets	Nederländerna	Biosfären
Richard	Spencer	Storbritannien	Biosfären
Damjan	Štrus	Slovenien	Big data
Emmanuel	Thibault	Frankrike	Kroppen
Corina	Toma	Rumänien	Bollen, Kroppen
Zbigniew	Trzmiel	Polen	Bollen
Stefan	Zunzer	Österrike	Kroppen



BIOSFÄREN

Den grundläggande processen i all naturvetenskap är att iakttä omvärlden för att förstå hur "naturen" fungerar, fundera över hur detta kan beskrivas, och experimentera med olika teorier för att kontrollera om de är giltiga.

Detta kan ibland vara svårt att genomföra i ett klassrum eftersom det är svårt för läraren att få eleverna att verkligen känna sig delaktiga i en "upptäckt". Uppgiften blir enklare om vi kan hitta ett sätt att fånga elevernas uppmärksamhet. Genom att koppla experimenten till fotboll gör vi dem mer tillgängliga eftersom de flesta elever är intresserade av fotboll och snabbt blir entusiastiska över sin växande förmåga att koppla sin favoritport till naturvetenskap.

I avsnittet Biosfären inriktar vi oss på fotbollens miljöaspekter. Första uppgiften är att studera själva planen och titta närmare på gräsmattan där spelet försiggår. I undervisningsenheten "Studier i gröngräset" sår eleverna grässtrån i cd-fodral. De analyserar hur bland annat olika ljus-, vatten- och temperaturförhållanden påverkar gräsets egenskaper och får samtidigt en unik möjlighet att se hur rötterna växer.

Den andra undervisningsenheten i detta avsnitt, "Trampai det ekologiska fotavtrycket" är ett spel med verklighetsbakgrund om hur ett fotbollsmästerskap som det i Frankrike 2016 påverkar miljön. Spelet är ett kortspel som låter eleverna hitta metoder för att minska en fotbollsarenas koldioxidutsläpp och bidra till en sundare miljö genom att ta hänsyn till arenans påverkan på buller, vatten med mera. Spelet kombinerar förutsättningslös forskning med ett begränsat antal svar och har vissa likheter med memory. Det är tänkt att vara roligt att spela för elever i olika åldrar eftersom det är lätt att anpassa efter elevernas krav. Dessutom kan du själv hitta på frågor eftersom varje undervisningsenhet i häftet är upplagd så att den går att anpassa till läroplanen i olika länder. För att göra det enkelt för eleverna att formulera frågor kommer vi att lägga upp kompletterande material på webbplatsen för Science on Stage^[1].

Vår engelska kollega Richard Spencer, som 2015 utsågs till en av världens tio bästa lärare, fick under arbetet med iStage 3 höra talas om att nematoder, en sorts parasiter, var ett stort problem på fotbollsplaner. Han fick idén att försöka komma på



olika metoder för att utrota dem. Han tog med sig sina elever till en fotbollsarena och tog jordprover. Klassen hade sedan en brainstorming för att komma fram till hur experimenten skulle läggas upp: hur de skulle räkna nematoderna, experiment med olika metoder för att ta död på dem och hur resultatet skulle bedömas. Efter många timmars förberedelser upptäckte eleverna tyvärr att det fanns väldigt få nematoder i jordproverna de hade tagit, så det var ingen idé att försöka ta död på dem. Samtidigt lärde de sig något väldigt viktigt om naturvetenskap, nämligen att man kan lära sig något även av ett misslyckat experiment. Tack vare att eleverna redan hade ägnat mycket tid åt att studera gräs upptäckte de att man på vissa arenor använde artificiellt ljus för att planen skulle återställas snabbare efter en match. Det gav dem inspirationen till undervisningsenheten "Grönt ljus för fotbollsplanen", som handlar om hur ljus av olika våglängder påverkar hur gräset växer.

JEAN-LUC RICHTER

Collège Jean-Jacques Waltz
Marckolsheim, Frankrike
Samordnare

[1] www.science-on-stage.de/iStage3_materials

MÁRTA GAJDOSNÉ SZABÓ · JANINE HERMANN · MAAIKE SMEETS

STUDIER I GRÖNGRÄSET



🔍 fotbollsplan, morfologin hos gräs, gräsarter

📖 biologi

👤 12–15 år

🔑 Eleverna måste kunna använda ett optiskt mikroskop.

1 | SAMMANFATTNING

Undervisningsenheten handlar om att ta reda på vilka egenskaper gräset ska ha för att fungera så bra som möjligt som underlag för en fotbollsplan. Vilka egenskaper behöver gräset ha?

Olika gräsarter har olika egenskaper. Vissa är viktiga på en fotbollsplan, andra inte. Syftet med det här projektet är att hitta den perfekta gräsarten för en fotbollsplan och jämföra dess morfologi med de gräsarter som används.

2 | PRESENTATION AV VIKTIGA BEGREPP

Olika gräsarter har olika egenskaper. Vilka egenskaper behöver gräset på en fotbollsplan ha?

- Ett stadigt rotsystem som gör att gräset inte rivs upp och far omkring.
- Arter som växer mer horisontellt är tåligare (risken är mindre för att de ska skadas av att bli trampade på med fotbollsskor).
- Färre klyvöppningar gör att gräset tål torka bättre.

Det här behöver du för projektet:

- cd-fodral (för att odla gräset, **FIG. 1**)
- blomjord
- gräsfrö (engelskt rajgräs (*Lolium perenne*), bermudagräs (*Cynodon dactylon*), vitgröe (*Poa annua*) eller någon annan gräsart som kan vara lämplig)
- mikroskop (för att se klyvöppningarna)
- nagellack
- packtejp
- lupp

3 | VAD ELEVERNA GÖR

3 | 1 Allmän introduktion till fotbollsplanen

Gräs på fotbollsplaner utsätts för stora påfrestningar. Det blir trampat på och nöts av spelare som halkar och sliter upp revor i gräsytan. Samtidigt är det viktigt att ha en vackert grön gräsplan hela året, särskilt för de högsta ligorna och för internationella matcher. I hela världen finns det ungefär 8 000 olika gräsarter. Alla arter passar inte att ha på fotbollsplaner. Två egenskaper som gräs på en fotbollsplan måste ha är rötter som sitter fast ordentligt i jorden och blad som inte skadas av att bli trampade på. Ni ska designa det perfekta gräset för fotbollsplaner och jämföra det grässets egenskaper med egenskaperna hos gräs som används i verkligheten på fotbollsplaner.

3 | 2 Designa det perfekta gräset för fotbollsplaner

Rita en gräsplanta (rotsystem, blad, stam) som det skulle vara perfekt att spela fotboll på. Tänk på det här:

Leta rätt på en bild av gräs på internet för att få en uppfattning om hur en gräsplanta ser ut. Kom ihåg att gräset inte får skadas för mycket av att bli trampat på, måste sitta fast ordentligt i jorden och ha andra egenskaper som passar för en fotbollsplan.

3 | 3 Odlas fotbollsgräs

Fyll ett cd-fodral till hälften med blomjord och plantera fröna 1 cm under ytan. Ställ cd-fodralet på kant på en bricka med kanter fylld med 2 cm vatten (så att jorden håller sig fuktig). Det ska se ut som på bilden i figuren här nedanför (**FIG. 1**). Låt gräset växa ett tag (**FIG. 2**) på en solig fönsterbräda. Kontrollera regelbundet att det finns gott om vatten. Gör detta med engelskt rajgräs, bermudagräs, vitgröe och andra arter som växer utanför skolan eller hemma. Varje art ska ha sitt eget cd-fodral och stå på samma fönsterbräda.

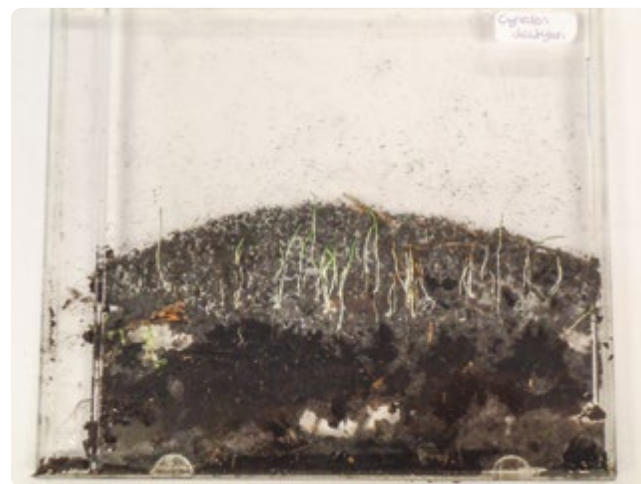


FIG. 1 *Cynodon dactylon*

Det tar tid för gräset att gro och växa sig tillräckligt stort för att ni ska kunna studera det. På bilden här nedanför ser du hur lång tid det tar (**FIG. 2**).

FIG. 2 Växttid

Arter	Dagar till groning	Dagar innan gräset kan studeras
<i>Cynodon dactylon</i>	11	Över 30
<i>Poa annua</i>	5	30
<i>Lolium perenne</i>	4	30

3 | 4 Studera stammarna och bladen

Gräset har växt – bra jobbat! Nu ska du rita av varje gräsart på två sätt. Den första teckningen ska visa hur stammarna och bladen är fördelade i cd-fodralet (ni kan öppna cd-fodralet för att se bättre). Den andra ska visa stam och blad hos ett grässtrå.

Svara på följande frågor:

- Hur lång är stammen?
- Hur långt upp sitter det första bladet?
- Hur många blad har bildats?

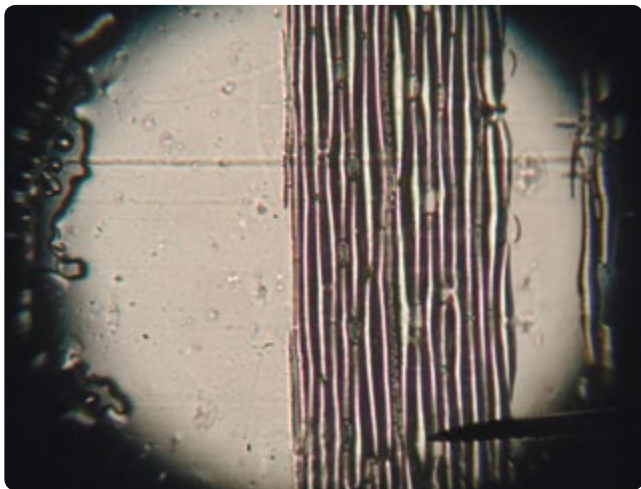


FIG. 3 *Poa annua*, klyvöppningar, 100×

- Hur långa är bladen? Hur breda är bladen på det bredaste stället?
- Vilken art ligger närmast det perfekta gräset för en fotbollsplan enligt er definition?

3 | 5 Studera klyvöppningarna (FIG. 3)

Via klyvöppningarna på bladens undersida sker utbytet av gaser. När klyvöppningarna är öppna kommer koldioxid in och syre ut så att fotosyntesen kan ske. Dessutom avgår vatten från växten via de öppna klyvöppningarna. Det gör att vatten flödar genom grässtrået så att det kan ta upp mineraler. Men om det är mycket torrt en dag och gräset är torrt vissnar det och dör till slut om klyvöppningarna är öppna. Många klyvöppningar gör att det sker mer fotosyntes men det ökar också risken för att gräset ska vissna.

Ni ska räkna antalet klyvöppningar på alla era grässorter enligt anvisningarna nedan (FIG. 4–7):

- Måla undersidan av det första bladet med ofärgat nagellack. Låt nagellacket torka.
- Använd packtejp för att ta bort nagellacket och sätt packtejpen (med nagellacksavtrycket) på ett objektglas (märk objektglaset).

Lägg objektglaset under ett mikroskop och välj förstoringen 400×. Rita en klyvöppning med omgivande celler. Välj sedan

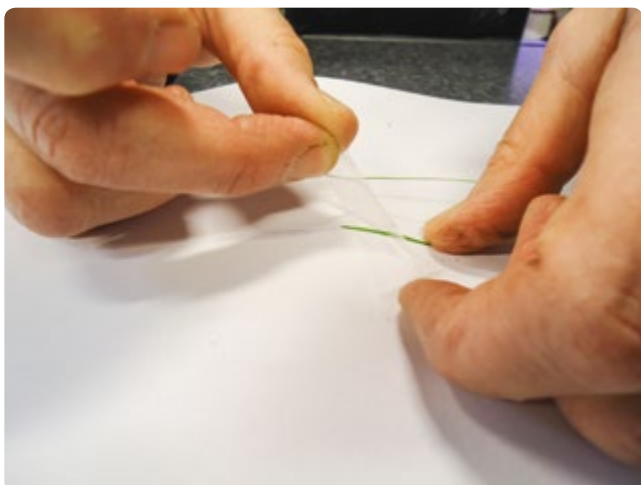
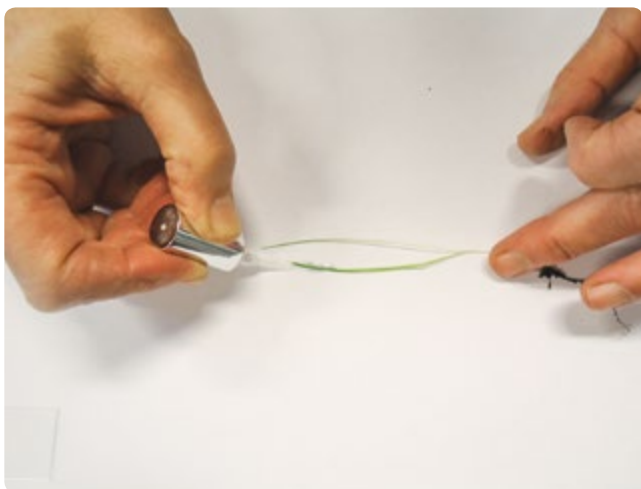


FIG. 4–7 Metod för att ta reda på antalet klyvöppningar

förstoringen 100×, fokusera bladytan i synfältet och räkna klyvöppningarna i fältet. Beräkna antalet klyvöppningar per mm². Gör samma sak för alla gräsarterna.

Svara på följande frågor:

- Hur många klyvöppningar per synfält fanns det för varje gräsart?
- Vilken art passar bäst för ett torrt klimat?
- Vilken art passar bäst för ett fuktigt klimat?
- Vilken skulle växa bäst i ert land? Förklara varför.

3 | 6 Studera rotsystemet

Nu när gräset har växt kan vi även studera rotsystemet. Den första teckningen du ska göra ska visa hur rötterna växer i cd-fodralet (ni kan öppna cd-fodralet för att se bättre). Den andra teckningen ska visa roten av ett grässtrå. Dra försiktigt ut ett grässtrå och titta på det i förstoring med en lupp.

Svara på följande frågor:

- Hur lång är roten?
- Hur många gånger delar sig roten?
- I vilken del av roten delar den sig (övre delen, på mitten eller längst ner)?
- Klarar roten eller rötterna att hålla ihop jorden? (Tänk ut ett sätt att testa det.)
- Vilken art ligger närmast det perfekta gräset för en fotbollsplan enligt er definition?

4 | SLUTSATS

Ni har designat det perfekta gräset för en fotbollsplan och har odlat olika gräsarter för att studera deras egenskaper. Förklara vilken gräsart som kan kallas "det bästa fotbollsgräset" i ert land.

Vi har antagit att den bästa gräsmattan på en fotbollsplan är en monokultur, dvs. består av en enda art, men det kanske skulle vara bättre med en blandning av olika arter. Ge två skäl till att en blandning av olika arter skulle kunna vara bättre än en monokultur.

5 | ALTERNATIV FÖR SAMARBETE

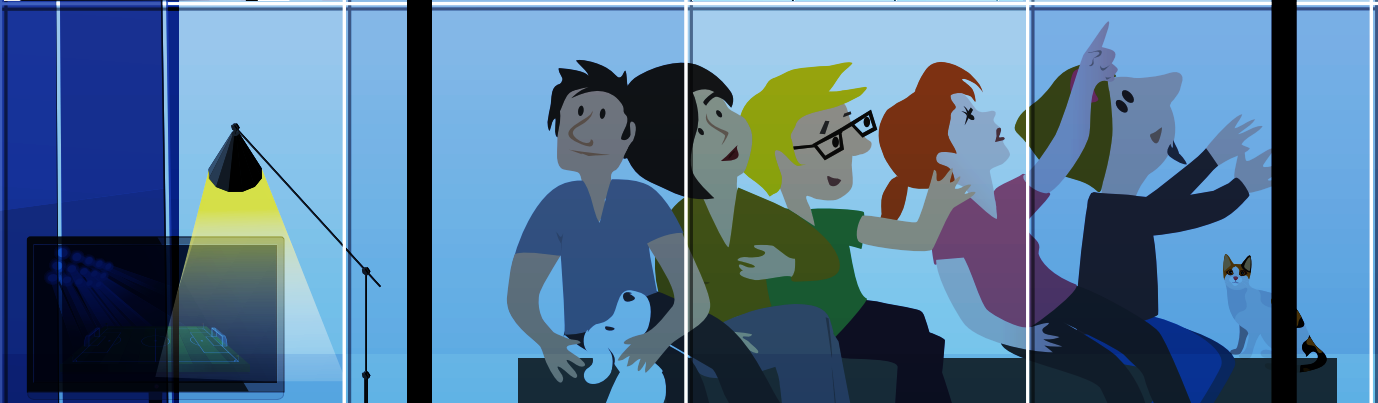
Eleverna kan samarbeta med elever i andra länder och jämföra de bästa gräsarterna för sina respektive länder. Det gräs som passar bäst i Nederländerna kanske inte är det som passar bäst i Ungern. Eleverna kan fundera på vilka faktorer som är viktiga för hur bra gräset växer (till exempel ljus, fuktighet och temperatur). Jämför klimatet i partnerländerna och försök förklara varför de har valt sina gräsarter.





MÁRTA GAJDOSNÉ SZABÓ · JANINE HERMANN · GIORGIA MESSORI · MAAIKE SMEETS · RICHARD SPENCER





TRAMPAI DET EKOLOGISKA FOTAVTRYCKET



-  koldioxidavtryck, hållbarhet, bullerförorening, luftförorening, växthuseffekt, miljö

-  kemi, matematik, fysik, biologi, geografi, ekologi, språkin-tegrering (åldersgrupp 14–16)

-  10–16 år

-  Material: Alla kompletterande dokument går att ladda ner från webbplatsen Science on Stage ^[1]. Parkort för spelet (se sidan ??), informationskort, exempel på frågor och lösningar, kalkylator

1 | SAMMANFATTNING

Fotboll är en populär sport i de flesta europeiska länder. Under de senaste åren har större klubbar (i de högsta ligorna) blivit mer och mer intresserade av hur fotbollen påverkar miljön och hur man kan minska dess koldioxidavtryck. Målet med det här projektet är att eleverna ska lära sig mer om fotbollens miljöpåverkan och ekologi samt att göra dem mer medvetna om hur stora fotbollsklubbar kan bli mer miljömässigt hållbara.

2 | PRESENTATION AV VIKTIGA BEGREPP

Vi har skapat ett lärorikt spel för eleverna som ger dem underlag att fundera över koldioxidavtrycket från större sportevenemang.

Det finns sex uppsättningar av kort som berör olika aspekter om hållbar utveckling. Spelarna måste täcka in alla aspekter för att slutföra spelet. Spelet passar många olika läroämnen för elever i åldersgruppen 10–16 år. Genom att svara på frågorna lär sig eleverna om de komplexa effekterna av ett stort internationellt idrottsevenemang. Spelet hjälper dem inse vilket ansvar vi har för användningen av energi och resurser som mat och vatten och får dem att upptäcka hur känslig vår jord är.

Vi valde sex aspekter av hur ett stort idrottsevenemang påverkar omgivningen. De sex områden som studeras är ljus, resor, grönt gräs, avfall, bullerförorening och mat.

Det här behöver läraren göra

Under den första lektionen hjälper läraren eleverna att gå igenom färdigheter och kunskaper genom att:

- ställa frågor (Vad är det ekologiska fotavtrycket? Var hittar vi information om ämnet? Vad vet vi om produktion, distribution och förbrukning av energi?) och förklara syftet med aktiviteten,
- aktivera elevernas tidigare kunskaper genom brainstorming (med användning av nyckelord) och
- förklara spelets upplägg och regler.

Läraren skriver ut parkorten och informationskorten.

Under nästalektion förklarar läraren spelets regler, delar in eleverna i grupper om fyra (beroende på klassen), utser en ledare i varje grupp och spelar spelet.

Informationskorten innehåller fakta om följande aspekter: värdena för koldioxidutsläpp för olika typer av transporter, förbränningsreaktionerna för olika bränslen, metoder för att spara kol och vatten, innebörden av ljusutbyte och energiförbrukning för olika typer av glödlampor, en karta över distributionsnätets effektivitet, ljudets hastighet, ljudtrycksnivå med mera. All information på korten är användbar för att lösa problemen.



Under den sista undervisningsenheten ska eleverna reflektera över de svårigheter de har stött på och vad de har lärt sig. Alla elever ska tillsammans lösa problemen och göra en egen utvärdering.

3 | VAD ELEVERNA GÖR

Spelet är ett parkortspel: 12 kort, 6 par, 2 kort per ämne.

Ämnen: Ljus, resor, grönt gräs, bullerförorening, mat

Arbetsregler: Dela upp klassen i grupper och namnge dem efter deras favoritfotbollslag. Sprid ut korten med framsidan nedåt på bordet (alternativ: använd en interaktiv skrivtavla (Smart Board)). Låt den första gruppen välja ett kort, vända på det och titta på symbolen. Låt sedan en av gruppens medlemmar förklara vad symbolen betyder på begränsad tid. (Använd till exempel en äggklocka. Vårt förslag är fem minuter för en högre nivå och två minuter för en lättare). Yngre elever kan använda nyckelord och termer från informationskorten som stöd. Vi föreslår att äldre elever använder sina egna kunskaper.

Alternativ: Äldre elever kan söka på internet efter relevanta forskningsdata. Gruppledaren ska tala om för resten av klassen vad hen har kommit fram till om ämnet.



När den avsatta tiden har gått kan läraren ge gruppen mellan en och fem poäng. (Vårt förslag: Läraren ska inte tala om vilken poäng som har tilldelat gruppen förrän alla grupper har redovisat sina svar.) Sedan väljer gruppen ett nytt kort. Om det nya kortet har samma symbol som det första ska gruppen svara på lärarens fråga om ämnet och kan få fler poäng (högst fem). Om gruppen hittar ett par tas korten bort från spelet.



Varje kortpar ger högst tio poäng.

Om gruppen inte hittar ett nytt kort som matchar det första är det nästa grupps tur. Nästa grupp kan antingen ta ett nytt kort eller samma kort, men om de tar samma kort får gruppen inte ge samma förklaring som den första gruppen. Den gruppen får samma tid på sig som den första gruppen och poängsätts också av läraren.

När spelet är slut ska alla kort vara borta från bordet. Poängsumman visar vem som har vunnit.

4 | SLUTSATS

Läraren ska förmedla till eleverna hur viktigt det är med hållbarhet och ge dem en känsla av personligt ansvar. De ämnen som spelet omfattar är naturvetenskap och matematik, och utifrån de data de får fram kan eleverna fundera kring ekologi, sitt koldioxidavtryck och hur hållbara deras dagliga handlingar är.

Vissa frågor kan förenklas genom att eleverna använder data från informationskortet eftersom vissa problem (som bara har lästs en gång) kan vara svåra att lösa. Arbetsuppgifterna kan skrivas för att underlätta samarbetet inom grupperna när de arbetar fram lösningarna. När vi testade spelet på våra klasser (14 år) var eleverna engagerade att i att lösa sina problem men också engagerade i att få extrapoloäng om andra grupper kom fram till fel svar. Spelet samordnades av en elev från en högre klass för att främja kollegialt lärande.



Exempel på en spelomgång med elever

Läraren börjar med att ge eleverna en del information om de ämnen som ingår i spelet och lägger sedan ut korten på bordet.

Exempel på lärarens inledning för LJUS

När vi sitter på en arena och tittar på en fotbollsmatch tänker vi sällan på om energiförsörjningen är förnybar eller inte. Vi tänker kanske inte heller på om arenans bildskärm är LED-teknik eller om belysningen är lågenergilampor. För att vi ska kunna ha en hållbar utveckling så krävs det att vi förändrar vårt sätt att tänka.

Den första gruppen väljer ett kort. När de vänder på kortet ser de att det är ett kort med symbolen för ljus. Läraren ber gruppledaren berätta vad gruppen vet om produktion, distribution och energiförbrukning och att beskriva skillnaden mellan energieffektivitet och energisparande. Läraren skriver några nyckelord på tavlan som kan vara användbara för klassen när de funderar kring ämnet LJUS. Högst fem poäng ges.

Gruppen väljer ett nytt kort. Om de har tur får de ett i samma kategori. Nu måste gruppen lösa ett problem genom att använda den information som står på korten. Läraren läser en fråga och alla grupperna gör sina beräkningar inom fem minuter.

Exempeluppgift: "Kontrollera hur mycket el ni förbrukar hemma (utgå ifrån att familjen består av fyra personer)."

För att kunna besvara frågan måste alla grupper titta på informationskortet. Där finns formeln de behöver för att få fram lösningen:

Daglig elförbrukning hemma:

$$\frac{(\text{Antalet personer} \cdot 500 \text{ kWh}) + 500 \text{ kWh}}{365 \text{ dagar}}$$

$$\text{Svar: } 2 \cdot 500 \frac{\text{kWh}}{365 \text{ dagar}} = 6,8 \frac{\text{kWh}}{\text{dag}}$$

Ett korrekt svar ger gruppen fem poäng. Ett felaktigt svar ger de andra grupperna två poäng vardera. Kortparet tas bort från bordet och det blir en annan grupps tur.

Några frågor till spelet

Exempel för ämnet RESOR:

Vad vet du om koldioxidavtrycket? Hur många kilo per km koldioxid produceras av fansen (40 000 per match) under de 51 matcherna under fotbolls-EM 2016 om $\frac{1}{4}$ av fansen reser till matcherna med tåg, $\frac{1}{4}$ med cykel, $\frac{1}{4}$ med buss och $\frac{1}{4}$ med flyg?

Svar: Det sammanlagda värdet för enkel resa är $295\,800 \frac{\text{kg}}{\text{km}}$. ($591\,600 \frac{\text{kg}}{\text{km}}$ är det sammanlagda värdet tur och retur)

Exempel för ämnet MAT:

Vad är produktionscykeln för mat? Läs på informationskortet om koldioxid- och vattenfotavtrycket för några livsmedel och hur många liter vatten man sparar genom att äta 1 kg potatis i veckan i stället för 1 kg nötkött.

Svar: Man sparar 15 214 liter.

Exempel för ämnet BULLER:

Vilka är gränsvärdena för människans hörsel? Världshälsoorganisationen WHO (World Health Organisation) har fastställt att det akustiska gränsvärdet för risk är 85 dB och gränsen för smärta är 120 dB. Hur stor är ökningen i ljudintensitet?

Svar: 3 125 gånger

Exempel för ämnet GRÄS:

Om vi klipper gräset (2,5 cm) på en fotbollsarena (120 m × 60 m), hur stor blir volymen klippt gräs i kubikmeter?

Svar: 180 m³.

Exempel för ämnet AVFALL:

Hur många m³ avfall produceras genom användning av 7 000 pappersmuggar om varje mugg upptar volymen 0,25 dm³?

Svar: 1,75 m³.

5 | ALTERNATIV FÖR SAMARBETE

- Dela frågor och svar med andra skolor eller klasser.
- Varje klass som prövar spelet bör skriva en ny fråga och dela den med klasser i andra länder.
- Spelet kan läggas in på en multimedialplattform och spelas på olika platser samtidigt.
- Om du får engelskläraren att vara med kan ni båda få nytta av detta ämnesövergripande spel.

RESURSER

- [1] Allt kompletterande material (informationskort och exempelfrågor) finns på www.science-on-stage.de/iStage3_materials.



MÁRTA GAJDOSNÉ SZABÓ · JANINE HERMANN · GIORGIA MESSORI · MAAIKE SMEETS · RICHARD SPENCER

GRÖNT LJUS FÖR FOTBOLLSPLANEN



☞ gräs, fotbollsplan, fotosyntes, ljusberoende reaktion, våglängd, absorptionsspektrum, redoxindikator, klorofyll, kloroplast

📖 biologi

👥 16–18 år

1 | SAMMANFATTNING

I det här projektet använder eleverna ljus av olika färger för att undersöka hur våglängden påverkar fotosyntesens hastighet och gräsets tillväxt. När eleverna har gått igenom försöksresultaten kommer de att kunna rekommendera vilken färg ljuset i belysningsmasterna ska ha för att gräset på fotbollsplaner ska växa och återhämta sig så bra som möjligt mellan matcherna.

2 | PRESENTATION AV VIKTIGA BEGREPP

I de tempererade områden är dagsljuset begränsat under större delen av fotbollssäsongen, i synnerhet under de korta dagarna under vintermånaderna. Belysningsmaster används för att påskynda grästillväxten på de delar av planen som ligger i skugga eller för att gräs som har skadats genom nötning under en fotbollsmatch snabbt ska återhämta sig (FIG. 1).



FIG. 1 Belysningsmaster för att påskynda gräsets tillväxt

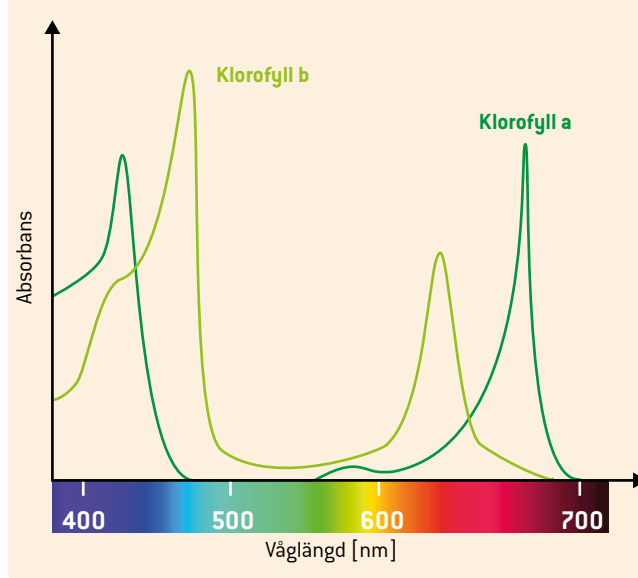
FIG. 2 Det synliga spektrumet [1]



V: violett, B: blått, G: grönt, Y: gult, O: orange, R: rött

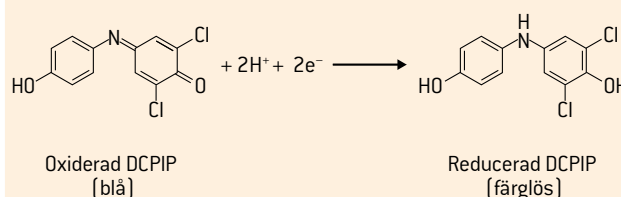
Det synliga spektrumet består av ljus av flera olika våglängder, dvs. med olika färger (FIG. 2). Det vanligaste fotosyntespigmentet, klorofyll, är i själva verket en blandning av två pigment, klorofyll a och klorofyll b, som tar upp ljus av vissa våglängder bättre än andra. De absorberar mest rött och blått ljus och minst grönt ljus (FIG. 3).

FIG. 3 Klorofylllets absorption i förhållande till ljusets våglängd [2]



Energien som tas upp av klorofyllet används i en ljusberoende reaktion i fotosyntesen som exciterar klorofylllets elektroner till högre energinivåer. Den energi som elektronerna tar upp används i en redoxreaktion som frisätter energi. Energin används sedan för att producera ATP. Denna produkt använder växten sedan tillsammans med en annan produkt från den ljusberoende reaktionen (reducerat NADP) i Calvencykeln för att framställa glukos. Växten använder glukos som energikälla och råmaterial för att syntetisera många olika organiska material som krävs för att växten ska växa och hålla sig frisk.

FIG. 4 DCPIP: 2,6-diklorfenolindofenol



Fotosyntesens hastighet kan undersökas med redoxindikatorn DCPIP, som är blå när den är oxiderad och färglös när den är reducerad (FIG. 4). När DCPIP tillsätts till kloroplaster som nyss har extraherats från växter reduceras det av elektronerna som har bildats under fotosyntesens ljusberoende reaktion när kloroplasterna belystes. Ju snabbare reaktionerna sker, desto snabbare reduceras DCPIP. I en undersökning bestämmer eleverna med vilken hastighet DCPIP reduceras (avfärgas) av ljus av olika färger för att avgöra vilken effekt ljusets våglängd har på fotosynteshastigheten. I en annan undersökning belyser eleverna brickor med gräs i en vecka med ljus av olika färger och skördar sedan gräset för att bestämma dess färskvikt som ett mått på hur mycket gräset har växt. Studenterna utvärderar se-

dan resultaten av båda experimenten för att kunna rekommendera den färg på ljuset som är effektivast när det gäller att främja grässets tillväxt och återhämtning på en fotbollsplan.

3 | VAD ELEVERNA GÖR

3 | 1 Riskbedömning

De kemikalier som används vid undersökningen är lågriskämnen, men eleverna måste vara medvetna om de allmänna riskerna med att använda elektrisk utrustning (lampor, mixer och elektrisk våg) och bör använda skyddsglasögon som en del av god laboratoriesed.

3 | 2 Förberedelser

En fullständig lista med allt material som behövs kan laddas ner från webbplatsen Science on Stage.^[3]

1. Så rajgräsfrön i sju små brickor (8 cm × 16 cm × 5 cm djup). Varje bricka ska innehålla samma mängd (vikt) blomjord och ska sås jämnt med samma mängd (vikt) gräsfrön (tillräckligt för att jordytan ska täckas). Låt fröbrickorna stå på en solig fönsterbräda och växa i fem veckor. Vattna regelbundet för att hålla jorden fuktig. Använd destillerat vatten och tillsätt samma mängd vatten till varje bricka. Det går inte att ha kontroll över miljöfaktorer som luftfuktighet och temperatur, men eftersom alla brickor står på samma ställe utsätts alla för samma miljövariationer.
2. Skörda gräset efter fem veckor med sax. Lämna ca 3 cm högt gräs. Använd det skördade gräset för undersökningen av fotosynteshastigheten (steg 3–12) och de sju brickorna med gräs för undersökningen av tillväxthastighet (3.4). Båda undersökningarna kräver sju bordslampor med en LED-lampa av typen RGB 3W B22. Varje glödlampa har en fjärrkontroll som används för att ställa in ljuset på rött, orange, gult, grönt, blått, violett eller vitt (FIG. 5). För att hålla nere kostnaderna kan samma sju glödlampor användas för båda undersökningarna.



FIG. 5 Lamporna hade LED-lampor av typen RGB 3W B22, som har en fjärrkontroll för inställning av ljuset på rött, orange, gult, grönt, blått, violett eller vitt.

3 | 3 Effekten av ljusets våglängd på fotosynteshastigheten

3. Lägg ungefär 30 g färskt gräs (skördat i steg 2) i 250 ml kall sukrosbuffert med pH 7,5. Lösningen bereds genom att 2,7 g hydrerat dinatriumvätefosfat, 1,0 g vattenfri kaliumdivätefosfat, 33 g sukros och 0,25 g kaliumklorid löses i 250 ml destillerat vatten.
4. Blanda i 60 sekunder så att cellerna går sönder och släpper ut kloroplasterna. Filtrera lösningen genom en silduk för att ta bort cellrester. Förvara filtratet på is.
5. Doppa ena änden av ett kapillärrör i kloroplastextraktet så att extraktet dras upp i röret. Ta bort kapillärröret och torka av rörets utsida med en servett. Detta rör är färgpreferensröret (det är grönfärgat).
6. Sätt till 1,0 % DCPIP-lösning med en pasteurpipett till resten av kloroplastextraktet, en droppe i taget. Blanda genom att skaka flaskan försiktigt. DCPIP-lösningen bereds genom att 0,1 g DCIP och 0,4 g kaliumklorid löses i 100 ml destillerat vatten. Lösningen måste vara nyberedd.
7. Tillsätt tillräckligt med DCPIP för att extraktet ska ändra färg permanent från grönt till blågrönt. Slå sedan in hela flaskan i aluminiumfolie så snabbt som möjligt så att extraktet med kloroplaster + DCPIP skyddas från ljus.
8. Placera en bordslampa med en violett glödlampa 8 cm ovanför en vit kakelplatta (sätt inte på lampan ännu). Placera det färgade referensröret från steg 6 på kakelplattan. Doppa nu de tre kapillärrören i extraktet med kloroplaster + DCPIP, torka av rören som tidigare och placera dem under den violetta lampan bredvid färgpreferensröret. Gör detta så snabbt som möjligt. Dessa är dina referensrör (FIG. 6).
9. Slå på lampan och starta stoppuret.
10. Notera hur lång tid det tar innan färgen på varje försöksrör matchar referensrörets färg (t) i en lämplig tabell (provdat ges i FIG. 7). Eftersom färgen på rören innehåll är mycket svår att se i ljus av olika färger används fjärrkontrollen för att växla till "vitt" ljus i en sekund var tjugonde sekund för att kontrollera färgmatchningen.

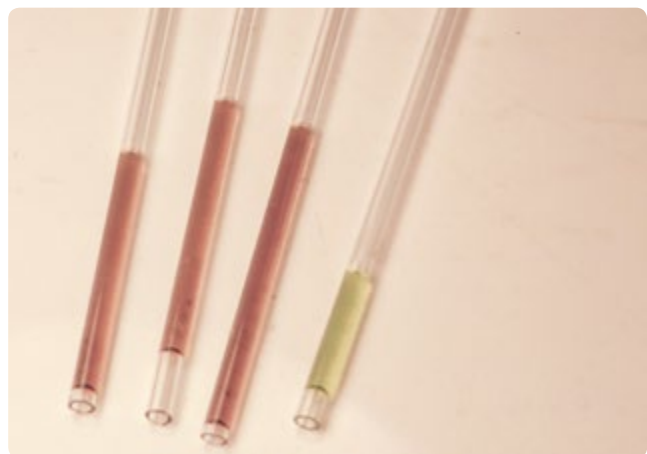


FIG. 6 Jämförelse av försöksrörens färg (med kloroplastextrakt + DCPIP) före belysning med ett färgpreferensrör (med kloroplastextrakt utan DCPIP).

FIG. 7 Provdatabeskrivning för effekten av ljusets våglängd på reduktionen av DCPIP (som ett mått på fotosynteshastigheten)

Glödlampans färg	Ljusets våglängd [nm]	Tid innan försöksrör matchade referensrörets färg [s]				Medelvärde	Medelhastighet för reduktionen av DCPIP = $\frac{1000}{t} \left[\frac{1}{s} \right]$
		Rör 1	Rör 2	Rör 3	Medelvärde		
Violett	420	660	660	640	653	1,53	
Blått	450	520	520	520	520	1,92	
Grönt	520	>900	>900	>900	>900	0,00	
Gult	570	680	740	760	727	1,38	
Orange	620	520	520	560	533	1,88	
Rött	680	440	420	400	420	2,38	
Vitt	/	500	520	540	520	1,92	

- Upprepa steg 9 och 10 med återstående fem färger på glödlamporna och med en glödlampa som ger vitt ljus (FIG. 8).
- Räkna ut medelreaktionstiden och notera medelhastigheten för färgförändringen ($1000/t$). Om det inte har skett någon färgförändring efter 15 minuter skriver du "ingen förändring" och noterar hastigheten för färgförändringen som "0".



FIG. 8 Försöks- och färgreferensrör belystes med ljus av olika färger och tiden till färgmatchning noterades som en indikation på hastigheten för avfärgning av DCPIP och därmed fotosynteshastigheten.

3 | 4 Effekten av ljusets våglängd på tillväxthastigheten

Placera de sju brickorna från steg 2 i ett mörkt rum och belys varje bricka med en bordslampa med en LED-lampa av typen RGB 3 W B22. Använd den medföljande fjärrkontrollen för att ställa in färgen på rött, orange, gult, grönt, blått, violett eller vitt. Låt brickorna stå fullt belysta i sex dagar. Vattna när det behövs (FIG. 9).

Skörda gräset från varje bricka efter sex dagar med sax (klipp ner gräset till stammens bas) och använd en elektronisk våg för att bestämma färskvikten för gräset från varje bricka. Notera data i en lämplig tabell (se exempeldata i FIG. 10).



FIG. 9 Brickor med gräs belystes med ljus av olika färger i sex dagar innan gräset skördades för bestämning av färskvikten som ett mått på tillväxthastigheten.

FIG. 10 Provdatabeskrivning för effekten av ljusets våglängd på färskvikten av gräs skördat efter sex dagars belysning (som ett mått på gräsets tillväxthastighet)

Glödlampans färg	Ljusets våglängd [nm]	Färskvikten för skördat gräs efter 6 dagars belysning [g]
Violett	420	4,15
Blått	450	6,02
Grönt	520	3,66
Gult	570	4,09
Orange	620	5,54
Rött	680	6,23
Vitt	/	5,43

4 | SLUTSATS

Eleverna som deltog i detta projekt fick en bättre förståelse av ljusberoende och ljusoberoende reaktioner (Calvincykeln) i fotosyntesen, i synnerhet hur produkterna från ljusberoende reaktioner används i Calvincykeln och hur detta påverkar växtens tillväxthastighet. De hade nytta av att diskutera vikten av att kontrollera så många variabler som möjligt under gräsfrönas groning och tillväxt (till exempel jorddjup, vattningsschema, avstånd mellan de färgade lam-

pora och brickorna med gräs] och även under undersökningen av fotosynteshastigheten (till exempel avståndet mellan de färgade lamporna och kloroplastextraktet). Diskussionerna gav dem en bättre förståelse av vikten av en lämplig försöksdesign.

När de hade utvärderat resultaten av båda experimenten drog eleverna slutsatsen att det fanns ett samband mellan fotosynteshastigheten och grässets tillväxthastighet i ljus av olika färger och att fotosyntesen och tillväxthastigheten var högst i rött och lägst i grönt ljus. Dessa resultat är de förväntade med tanke på absorptionsspektrumet för klorofyll (**FIG. 3**).

Resultaten för blått ljus var inte så höga som man hade kunnat vänta sig, och detta gav upphov till en intressant diskussion om varför det blev så. Eleverna föreslog att det kunde ha att göra med olika andelar av klorofyll a och klorofyll b i kloroplasterna (eftersom klorofyll a absorberar mindre blått ljus än klorofyll b). Men blått ljus innehåller mer energi än rött ljus och borde därför teoretiskt excitera fler elektroner än rött ljus, vilket skulle ge en snabbare fotosyntes och en snabbare tillväxthastighet. Vidare forskning visade på en möjlig förklaring: kloroplaster innehåller ytterligare en grupp fotosyntetiska pigment som kallas karotenoider och innehåller orange (karotener) och gula (xantofyller) pigment. Dessa pigment visar maximalt upptag av blått ljus, och liksom klorofyll b överför de energin de tar upp till klorofyll a och ger excitation av elektroner i den ljusberoende reaktionen. Men energiöverföringen är ineffektiv. Detta kan förefalla vara slöseri med energi men kan vara nödvändigt för att skydda växten från potentiella skadliga effekter av den höga energin i blått ljus.

I sina slutliga rekommendationer föreslog eleverna att belysningsmaster kunde ge effektivare grästillväxt och återhämtning om de använde rött ljus, men på fotbollsarenor används högtrycksnatriumljus (HPS). Uppfinnaren av mobila belysningsmaster (Kolbjørn Saether, personlig kommunikation) förklarade att hans företag hade deltagit i flera forskningsprogram tillsammans med det norska forskningsinstitutet Planteforsk för att undersöka effekten av artificiellt ljus på tillväxt av gräs. De har undersökt flera parametrar, bland annat ljusintensitet, ljusmängd per dag, temperatur och näring. Däremot har de inte undersökt effekten av ljusets våglängd och är mycket intresserade av utfallen av vår undersökning.

Personlig erfarenhet

Under kloroplastextraktionen frisätter blandningen enzymer som skadar kloroplasterna och bromsar fotosyntesen (dessa enzyms aktivitet minskar om extraktionsbufferten är kall och om att kloroplastextraktet förvaras på is). Under undersökningen insåg eleverna att kloroplastextraktet förlorar aktivitet med tiden. För att lösa det problemet och göra giltiga jämförelser satte eleverna upp experimenten för att mäta fotosynteshastigheten så snabbt som möjligt. De alternerade experimenten och använde olika glödlampor så kort tid som möjligt för att alla extrakt skulle vara så färska som möjligt.

Det gick inte att jämföra färgen på kloroplastextrakten i försöksrören med färgreferensröret under olika ljusbetingelser. Därför var en av fördelarna med att använda glödlampor som kunde styras med en fjärrkontroll att det gick att med jämna mellanrum växla till vitt ljus för att kontrollera färgöverensstämmelsen. En annan fördel med glödlamporna är att de inte värms upp, eftersom en temperaturhöjning hade kunnat påverka både tillväxthastigheten och avfärgningshastigheten för DCPIP. Detta gjorde också att eleverna kunde låta lamporna vara på oavbrutet under sex dagar utan risk.

De värden som noterats i **FIG. 7** och **FIG. 10** för våglängden av ljus av olika färger ska ses som ungefärliga eftersom varje färg består av ett intervall av våglängder i ett kontinuerligt spektrum.

5 | ALTERNATIV FÖR SAMARBETE

Elever från olika skolor och högskolor kan jämföra resultaten för båda undersökningarna, sina förbättringar av försöksdesignen och sina undersökningar av våglängdens effekter på fotosynteshastigheten för andra växtarter.

REFERENSER

- ^[1] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Linear_visible_spectrum.svg (08/03/2016)
- ^[2] Chlorophyll_ab_spectra2.PNG: Aushulz derivative work: M0tty [CC BY-SA 3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0>) or GFDL (<http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html>)], via Wikimedia Commons [2016-03-08]
- ^[3] www.science-on-stage.de/iStage3_materials

KROPPEN

I det här häftet tar vi upp vetenskap som är relevant för olika aspekter av fotboll. Vi börjar i mycket stor skala med biosfären. Sedan studerar vi spelets huvudkomponenter – bollen och spelarna – i avsnitten Kroppen och Bollen. Slutligen tittar vi på vad som händer i själva spelet i avsnittet Big data.

Avsnittet Kroppen är inriktat på spelarnas aktivitet under spelet, med projekt som eleverna kan identifiera sig mycket starkt med eftersom de själva tar spelarnas roll eller till och med aktivt deltar i matcher. Eleverna har hjälp av sina egna erfarenheter när de genomför projekten, inte bara när det gäller att förstå den naturvetenskapliga bakgrunden utan även när de lär sig om sin den bakomliggande biologin.

När en spelare som rör sig under en fotbollsmatch så gäller fysikens lagar. Kroppen behöver vatten, mineraler och näringsämnen för sina biokemiska reaktioner. Musklerna tröttnas ut men anpassas och utvecklas också fysiologiskt. Det betyder att man kan använda sin egen kropp för att lära sig hur fysik, kemi, biologi och fysiologi styr ens liv och påverkar ens fysikaliska rörelser. Naturlagarna gäller även för stora fotbollsstjärnor som Lotta Schelin, Marta Vieira da Silva, Cristiano Ronaldo och Zlatan Ibrahimović. Kan vetenskapen avslöja något om vad som gör dem så speciella?

Ja! För det första ägnar proffsfotbollsspelare en stor del av sin tid åt att träna. I "Dags för fysik" förstår eleverna varför det är så och får själva uppleva hur fysisk träning påverkar deras egna prestationer. Det kan bli en erfarenhet som förändrar deras liv!

Att få tillräckligt med vätska och näring är mycket viktigt både för en sund livsstil och goda idrottsprestationer. Vi ser att fotbollsspelare ofta förses med vattenflaskor, i synnerhet långt in i matchen och när det är varmt. I "Håll hjärnan igång" får eleverna möjlighet att diskutera den aspekten av fotboll. Projektet kan göra dem medvetna om överdrifter och myter kring "energidrycker". Hos äldre elever kan det även leda till diskussioner om svåra ämnen som dopning och dess effekter på idrottsutövares hälsa.



Varför är det så viktigt att inte använda händerna i fotboll? I "Bollhantering" inser eleverna att detta verkligen är en mycket viktig regel som förändrar fotbollens fysik på många olika nivåer. Om man fick använda händerna skulle fotboll vara ett helt annat spel. Det vet alla spelare, även Diego Maradona (även känd som "Guds hand")!

Slutligen en varning: Se alltid till att dina elever genomför de fysiska aktiviteterna i en säker miljö och följ instruktionerna för varje undervisningsenhet. Oavsett om eleverna experimenterar med drycker för att återställa vätskebalansen eller med momenten i en idrott har du ansvar för att de gör det på ett säkert sätt.

PROF. DR. MIGUEL ANDRADE

Institute of Molecular Biology (IMB)

Fakulteten för biologi vid Johannes Gutenberg University

Mainz, Tyskland


Samordnare

DAVID FEATONBY · STEFAN ZUNZER


DAGS FÖR FYSIK



 fysisk träning, kondition, förbättring, mätning

 gymnastik och idrott, fysik, biologi, matematik, datorkunskap

 alla åldersgrupper

 fotboll, medicinboll (2 kg), stoppur, måttband, tre justerbara hinder, fem stavar, krita, en mörk vägg eller gymnastikmatta (2 m × 4 m)

1 | SAMMANFATTNING

Under den här undervisningsenheten beskriver vi ett antal tester av fysisk prestation som är viktiga för olika aspekter av fotboll. Eleverna ska sedan utarbeta ett träningsprogram som förbättrar deras fysiska prestation. De får en träningsdagbok för att kunna följa och diskutera sina framsteg.

2 | PRESENTATION AV VIKTIGA BEGREPP

2 | 1 Målsättning

Att träna och vara vältränad är viktigt inte bara för att vara en bra fotbollsspelare. Det ger dessutom många hälsofördelar.

2 | 2 Bakgrundsinformation

Förmågan att träna upp en fotbollsferdighet beror på flera faktorer. Dessa faktorer måste kombineras för att ge en prestation av hög kvalitet. Det finns ett antal publikationer med sådana faktorer (till exempel Davis, B. et al. (2000) Training for physical fitness; Tancred, B. (1995) Key Methods of Sports Conditioning). I publikationerna lyfts det fram att en viss nivå av kondition och fysisk styrka, tillsammans med en mental styrka krävs för att man ska lyckas bra med en uppgift inom idrotten. Publikationer är värda att läsa. Den totala prestationen kan bli mycket sämre om man ignorerar någon av faktorerna. Om vi utgår ifrån att den mentala föresatsen finns kan vi dela upp prestationsförmågan i "ferdighet" och "kondition". Enkelt uttryckt kan ferdigheten förbättras genom övning och konditionen genom fysisk träning. En kombinerad förbättring av dessa två faktorer kommer att ge en mätbar förbättring av prestationen. Varje uppgift ska ses som att den, ifall den utvecklas, förbättrar den totala idrottsprestationen. Eftersom det finns många olika ferdigheter kan dessa grova uppdelningar förfinas:

- Kognitiv förmåga – intellektuella ferdigheter som kräver tankeprocesser
- Perceptionsförmåga – tolkning av information som presenteras
- Motorisk förmåga – rörelse- och muskelkontroll
- Motorisk perceptionsförmåga – ferdigheter i tänkande, tolkning och rörelse

De ferdigheter som förknippas med fotboll i detta experiment är främst motoriska. Måttet på kondition är förknippat med kroppens muskler och deras styrka, smidighet och uthållighet. Olika uppgifter kräver olika muskler för att kunna genomföras effektivt. Det kan vara benstyrka, bålstyrka eller styrka i överkroppen. De

olika träningsmoment vi föreslår kan sägas träna en viss muskelgrupp, men även olika komponenter av konditionen.

- Test 1 · Slalom: testar både idrottarens koordination och benstyrka.
- Test 2 · Vertikalt hoppstest: hopp för att nicka en boll testar både idrottarens koordination samt bål- och benstyrka.
- Test 3 · Kast med medicinboll över huvudet: testar idrottarens kraft, koordination, balans och styrka i överkroppen.
- Test 4 · Bumeranghinderlöpning: testar idrottarens rörelsekoordination, balans och benstyrka.
- Test 5 · Coopertest: testar idrottarens konditionsnivå och uthållighet.

2 | 3 Möjligheter till samverkan mellan ämnen

Projektet kan ge möjligheter till samverkan mellan ämnena biologi (till exempel puls, andningsfrekvens, muskler), fysik (till exempel acceleration, hastighet, mätningar), gymnastik och idrott (bakgrundsinformation om träning), matematik och datorkunskap (till exempel statistik, diagram, samband).

2 | 4 Försiktighetsåtgärder

Träningsstesterna är inte krävande, men var ändå noga med att följa arbetsmiljöreglerna för din institution/skola. Alla tester av träningsprestationer och träningspass efter testerna ska vara inom elevernas förmåga. Det är viktigt med uppvärmning före tester och träningspass.

3 | VAD ELEVERNA GÖR

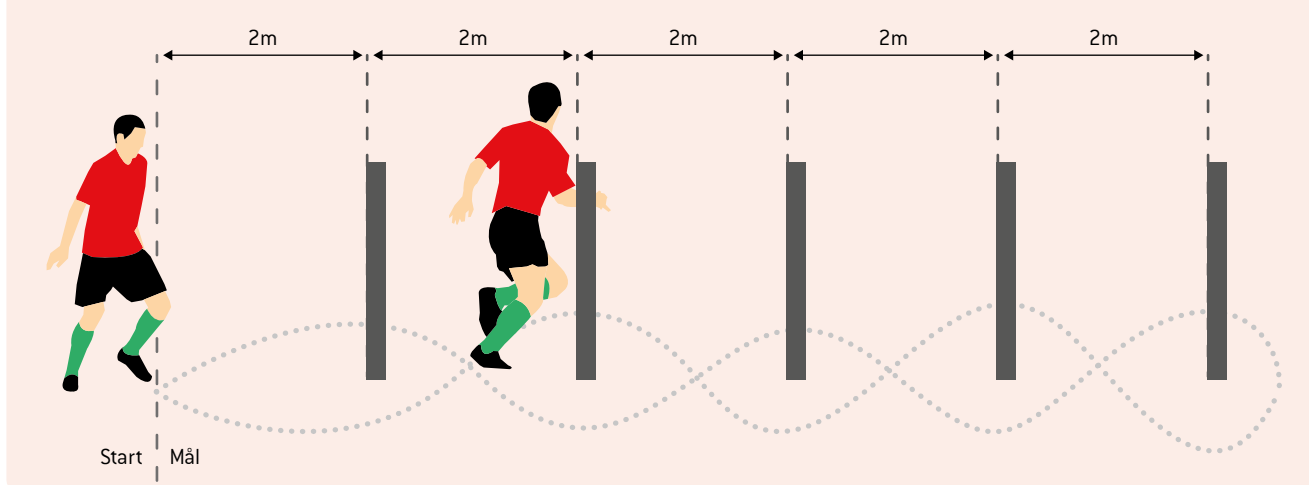
Eleverna ska göra fem olika fysiska prestationstester vid olika tillfällen. De uppföljande träningspassen ska förbättra elevernas prestationer. Ett andra prestationstest i slutet av träningsperioden används för att kontrollera om det har fungerat. Träningsmetoderna måste väljas individuellt. Varje lärare kan komma med konstruktiva förslag som motsvarar träningsprogrammet. De individuella träningspassen ska utföras under minst tre och högst sex veckor. Eleverna ska uppmuntras att utarbeta egna träningsprogram. Det finns förslag för lärare i det kompletterande materialet ^[1]. Träningsprogrammet kan innehålla både målinriktad träning och konditionsträning (till exempel cykling eller löpning). Dessutom ska träningen dokumenteras i en träningsdagbok.

Antalet uppföljande prestationstester och hur ofta de utförs kan bestämmas individuellt men måste stämmas av med respektive lärare. Prestationstesterna måste göras på det sätt som visas här nedanför, men ordningen är inte obligatorisk.

3 | 1 Första ferdigheten: acceleration och hastighet – slalom

- **Utrustning:** fem stavar, måttband, stoppur och en fotboll
- **Uppställning:** Definiera start- och målområde. Sätt upp fem stavar i rät linje med två meter mellan varje. Använd ett stoppur för tidtagningen eller ännu hellre en kontroll med fotocell.

FIG. 1 Slalomtest



- **Test A:** Spring i slalom mellan stavarna, vänd vid den sista staven och spring tillbaka till mållinjen på samma sätt (FIG. 1). Mät tiden så noga som möjligt och notera den.
- **Test B:** Upprepa test A medan du samtidigt dribblar en boll. Koncentrera dig på att hålla bollen nära dig och under kontroll. Notera hur lång tid du behöver.
- Gör tre experiment var och färgmarkera det bästa resultatet. Om en stav ramlar eller om slalomen inte genomförs korrekt räknas inte experimentet.

3|2 Andra färdigheten: kraft och styrka vid vertikalt hopp – vertikalt hoppstest

- **Utrustning:** mörk vägg eller gymnastikmatta (2 m × 4 m) och, om sådan finns att tillgå, alternativ mätutrustning, krita, måttband och en trappstege
- **Uppställning:** Det finns flera vanliga metoder för att mäta höjden på vertikala hopp. Kontrollera vilken mätutrustning som finns tillgänglig (till exempel kraftplatta, videosystem eller "Vertec"). Den enklaste metoden är dock att mäta hoppet mot en mörk vägg (till exempel med mörkt papper fäst på väggen) eller en tjock gymnastikmatta (rekommenderad höjd ca 4 meter). Om ni använder en matta ska den lutas mot väggen på ett sådant sätt att den inte välter. Ytterligare utrustning är bland annat krita, måttband och eventuellt en trappstege.
- **Test:** Börja med att stå bredvid mattan. Krita in ett finger på handen närmast väggen. Sträck dig sedan så högt du kan och markera den höjden på mattan eller väggen med ditt kritade finger. Observera att du ska stå med bågge fötterna på golvet! Krita in fingret igen, ställ dig en bit från väggen och hoppa så högt du kan. Hjälptill med både armar och ben. Försök att röra vid mattan eller väggen när du är på den högsta punkten i hoppet. Mät avståndet mellan höjden du når när du står stilla och sträcker dig så högt du kan och hopphöjden. Det avståndet är ditt resultat. Gör tre experiment och färgmarkera det bästa resultatet.

3|3 Tredje färdigheten: styrka i bål och armar samt explosiv kraft – kast över huvudet med medicinboll

- **Utrustning:** medicinboll (2 kg) och måttband
- **Uppställning:** Välj ett lämpligt rum där det går att kasta långt och högt. Tänk på att vindförhållandena kan påverka kastlängden om testet görs utomhus. Definiera en startlinje och gör avståndsmarkeringar från den för att göra det enkla att mäta kastlängden.
- **Test:** Stå vid startlinjen, vänd dig i den riktning bollen ska kastas. Fötterna ska vara parallella och lite isär. Håll bollen med båda händerna, lite bakom dess centrum. För upp bollen bakom huvudet och böj lite på knäna. Kasta sedan bollen med kraft framåt så långt som möjligt med en rörelse uppåt och framåt. Du får kliva över startlinjen när du har släppt bollen. Du får inte göra någon ansats för att kunna kasta längre. Gör tre experiment. Bara det bästa räknas.

3|4 Fjärde färdigheten: rörelsekoordination, smidighet och acceleration – bumeranghinderlöpning

- **Utrustning:** mittstolpe, matta, justerbara hinder (hopp hinder, träningshinder), måttband och stoppur eller en kontroll med fotocell
- **Uppställning:** Ställ upp testområdet som på bilden i FIG. 2.
- **Test:** Ställ in hinderhöjden efter testpersonens längd innan testet påbörjas – se FIG. 3. För att du ska slippa justera hinderhöjden hela tiden kan du ordna eleverna efter längd. Låt testpersonerna springa moturs så snabbt de kan. Om mittstolpen eller något av hindren ramlar räknas inte experimentet. Stå upprätt vid startlinjen. Börja testet med en framåtkullerbytta på mattan. Gör ett kvarts varv runt mittstolpen, hoppa över ett hinder, vänd dig genast om och kryp under hindret. Spring tillbaka till mittstolpen, gör ytterligare ett kvarts varv och hoppa över nästa hinder. Spring tillbaka till mittstolpen, gör ett kvarts varv och hoppa över/kryp under det tredje hindret. Spring tillbaka till mittstolpen, gör ett sista kvarts varv och korsa mållinjen.

FIG. 2 Bumeranghinderlöpning

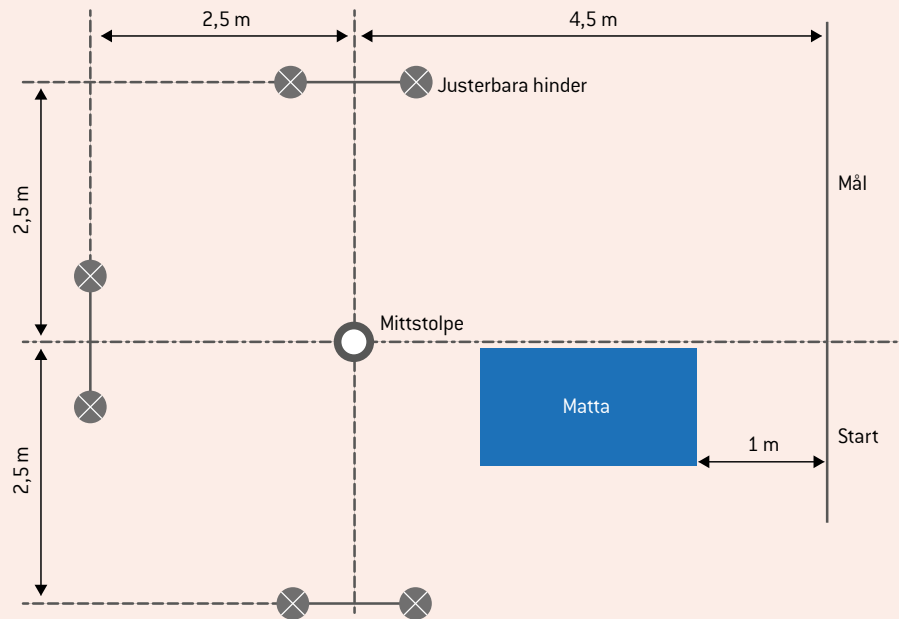


FIG. 3 Lämplig hinderhöjd i förhållande till kroppslängd

Kroppslängd [cm]	Hindrens höjd [cm]
121–125	50
126–130	52
131–135	54 osv.

3 | 5 Femte färdigheten: fysisk kondition och uthållighet – Coopertest

- **Utrustning:** plan löpbana (till exempel 400 m bana med tartanunderlag eller liknande) och ett stoppur
- **Uppställning:** Inga särskilda mätarrangemang krävs.
- **Test:** Eleverna ska springa så långt de hinner på 12 minuter. Börja testet med en startsignal. Efter 12 minuter ger assistenten en signal och den tillryggalagda sträckan noteras.

4 | SLUTSATS

Under den här undervisningsenheten har vi gett ett antal förslag på motiverande övningar som har samband med färdigheter som används i fotboll. Genom aktiviteterna kan alla elever på alla nivåer förbättra sina uppmätta prestationer. Förslagen passar både pojkar och flickor. Även de naturvetenskapliga färdigheterna förbättras genom mätningarna och genom att eleverna tänker ut träningsprogram samt noterar och tolkar resultaten av programmen.

Det viktiga är att motivera eleverna. Detta kan uppnås i samband med att läraren övervakar elevernas framsteg under programmet och även genom att eleverna får en konkret upplevelse av sina egna färdigheter. Vår erfarenhet är att om programmet tillämpas märker även de svagaste eleverna en

förbättring, och de som är på en högre nivå kommer att inspireras av sin ökade prestationsförmåga.

5 | ALTERNATIV FÖR SAMARBETE

Eftersom många skolor kommer att delta i projektet erbjuder Science on Stage en lista med skolor och kontaktuppgifter. Se webbplatsen för iStage^[1].

Data skulle kunna användas för visningar, för att höja motivationen, som realdata för statistisk analys och för att belöna förbättring och prestationer. Det är möjligt att göra jämförelser, till exempel mellan spelare, kön, åldrar osv.

REFERENSER

- [1] Allt kompletterande material finns på www.science-on-stage.de/iStage3_materials.

KIRSTEN BIEDERMANN · EMMANUEL THIBAUT

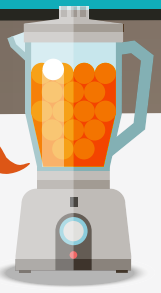
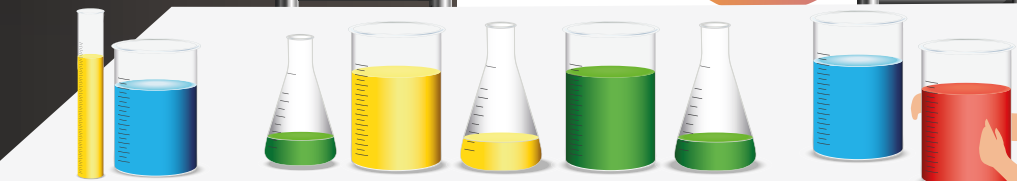
HÅLL IGÅNG HJÄRNAN



TANGERINEADE

power

TANGERINEADE



☞ energidrycker, isotona drycker, koffein, socker, ansträngning

📖 kemi, biologi, fysik, matematik

👥 del 3.1: 14–18 år och del 3.2: 8–18 år

Studier av ingredienserna i energidrycker och deras risker för hälsan är lämpliga för alla åldersgrupper 8–18 år.

1 | SAMMANFATTNING

Det finns ett antal drycker på marknaden som innehåller igenkännbara ingredienser som kan öka prestationsförmågan men även utgöra en hälsofara. Här ger vi förslag på hur man kan informera om sådana drycker i undervisningen och om metoder för att ta reda på vad de innehåller och hur de påverkar hjärnan och musklerna.

2 | PRESENTATION AV VIKTIGA BEGREPP

Denna undervisningsenhet handlar om drycker i samband med fotboll och sporter i allmänhet. I dag lanseras allt fler drycker på marknaden med påståenden om att de kan förbättra konsumentens fysiska och mentala prestationsförmåga.

De viktigaste frågorna för det här projektet är:

- Vad är dryckerna tillverkade av? Hur kan vi analysera deras innehåll?
- Vilka effekter har de på den mentala och fysiska aktiviteten? Hur kan vi mäta effekterna?

Projektet är inriktat på tre olika typer av drycker:

- Energidrycker: ökar puls och blodtryck
- Isotona drycker: innehåller socker och mineraler som ska öka musklernas och hjärnans aktivitet
- Nödvändiga drycker: vanligt vatten

3 | VAD ELEVERNA GÖR

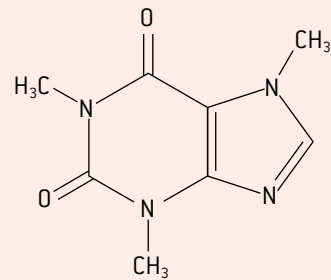
3 | 1 Energidrycker

Energidrycker är utvecklade för att ge en energiskjuts med hjälp av en mängd olika stimulerande ingredienser. Bland ingredienserna finns koffein, en alkaloid som har stimulerande och psykotrop effekt (påverkar de psykiska funktionerna). Energidrycker kan även innehålla taurin, en aminosyra vars effekter på kroppen fortfarande är okända.

Biologi

Elever i alla åldrar kan börja med att diskutera energidrycker och ta reda på deras koffeininnehåll genom att titta på etiketterna på några produkter i butikerna (för det ändamålet kan eleverna ta foton i närliggande butiker, de behöver inte köpa dryckerna). De kan ta reda på koffeininnehållet och jämföra sina resultat med koffeininnehållet i en espresso samt diskutera hälsoaspekter som har med koffein att göra.

FIG. 1 Koffein



Slutsats

Koffeinets påverkan på kroppen är välkänd, och av ingredienserna i energidrycker är det koffein som har absolut störst effekt, bra eller dålig.

En burk energidryck (250 ml) innehåller ca 80 mg koffein. Det är ungefär samma mängd som i en kopp starkt kaffe. Den mängden ligger mycket nära den dos när man kan förvänta sig biverkningar (100–160 mg) och även mycket nära den övre gränsen för daglig konsumtion (för vuxna är gränsen 200 mg/dag). Risken för en idrottare är få en toxisk dos och inte att få ett positivt värde i en dopningskontroll.

Kemi för elever 14–18 år

Analys av populära kommersiella produkter i kemilaboratoriet är ett vedertaget sätt att öka elevernas engagemang, intresse och förståelse. Många analyser kan göras på olika svårighetsnivåer och med olika material och metoder.

3 | 1 | 1 Extraktion och identifiering av koffein

En kvalitativ analys med tunnskiktskromatografi kan göras för att kontrollera att energidryckerna innehåller koffein. Först måste eleverna förbereda sina prover för så att syror och taniner frigörs. Därefter extraherar de koffein med ett lösningsmedel, etylacetat.

Extraktionsmetod:

- Ta 50 ml av drycken och avlufta den genom att röra runt med en glasstav.
- Tillsätt en lösning av 1M natriumkarbonat (målarisoda) till drycken för att få ett pH nära 9.

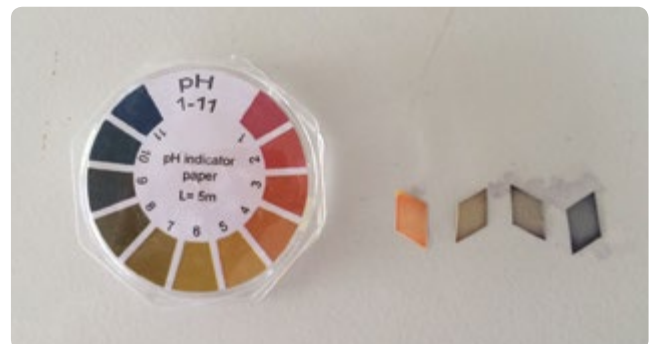


FIG. 2 Kontroll av att vätskan blir basisk med pH-papper



FIG. 3 Lösningsmedelsextraktion av koffein

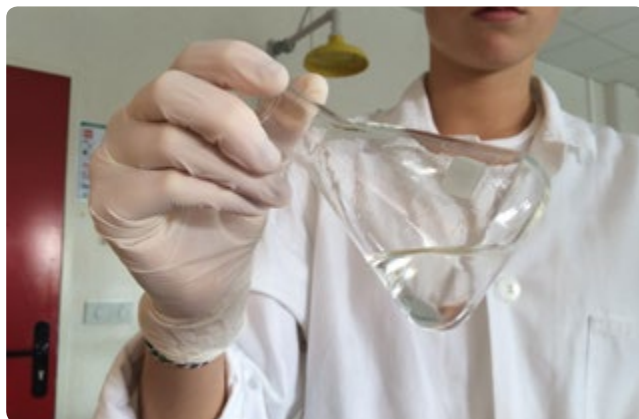


FIG. 4 Torkning av den organiska fasen med ett torkmedel



FIG. 5 Kromatografi av den organiska fasen

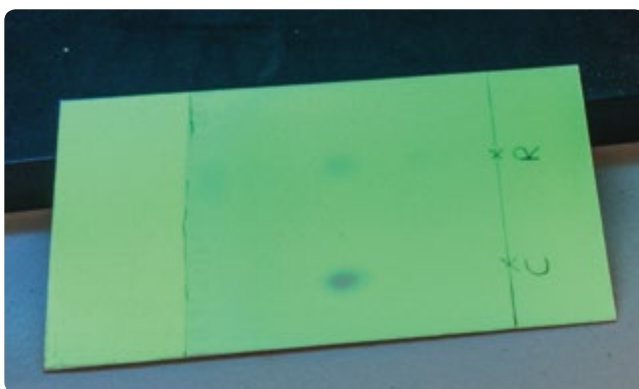


FIG. 6 Visualisering av den kemiska föreningen med ultraviolett ljus

- Extrahera med 15 ml etylacetat och en separertratt.
- Samla upp lösningsmedelsfasen som innehåller koffeinet i en bägare.
- Upprepa extraktionen med 15 ml etylacetat.
- Samla upp de organiska faserna och torka dem med hjälp av vattenfritt magnesiumsulfat.

Resultaten av kromatografin måste noteras i slutet av detta steg, innan lösningsmedlet förångas.

- Eluenten [den rörliga fasen] för koffein: en blandning av myrsyra och butylacetat (30 ml/50 ml)
- Stationär fas: ett tunt kiselskikt
- Visualisering: UV
- Koffein som referens löst i etanol eller i eluenten.

FIG. 7 B6 (pyridoxin) och B3 (niacin eller niacinamid)

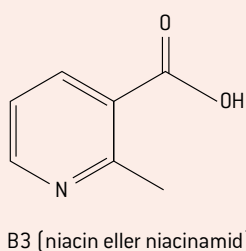
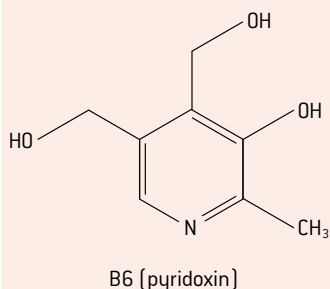


FIG. 8 Avdunstning av lösningsmedlet med en rotationsavdunsnare (vänster) · Pulver på kolvens sidor efter att lösningsmedlet har avdunstat

Efterarbete:

- Eleverna skulle kunna göra ytterligare en kromatografiundersökning med B6- och B3-vitamin som referenser.
- Det går att avdunsta lösningsmedlet och få fram ett pulver som består av koffein.

3 | 1 | 2 **Koffeindos**

Först kan en analys göras med hjälp av Lambert-Beers lag.

- Eleverna kan bestämma spektrumet för en vattenlösning av koffein och energidrycker för att hitta den maximala absorptionsnivån. De kan bereda en lösning som innehåller den koffeinkoncentration som tillverkaren anger. På grund av absorptionsmättnaden måste de späda lösningen. De bör välja att arbeta vid 271 nm eftersom det finns en absorptionsstopp vid den våglängden.
- Sedan kan de göra en kalibreringskurva med olika vattenlösningar av koffein och testa den på en utvald energidryck som de har spätt 20 gånger.
- Med den metoden kan de dra slutsatsen att energidrycken innehåller 17 % mer koffein (373 mg/l) än den koncentration som tillverkaren anger (320 mg/l). Tillverkaren har förstås inte fuskat med siffran eftersom de har både interna och externa rutiner för kvalitetskontroll. Däremot påverkas kalibreringskurvan av den andra föreningen som påvisades vid kromatografin (vitamin B6 och/eller B3), som också absorberar i UV-området.

FIG. 9 Absorptionsspektrum för koffein

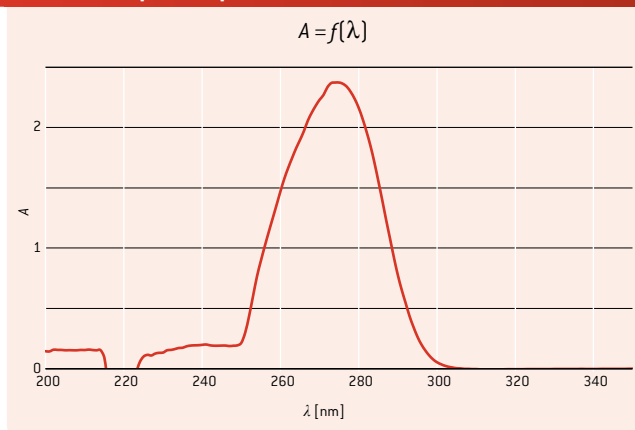
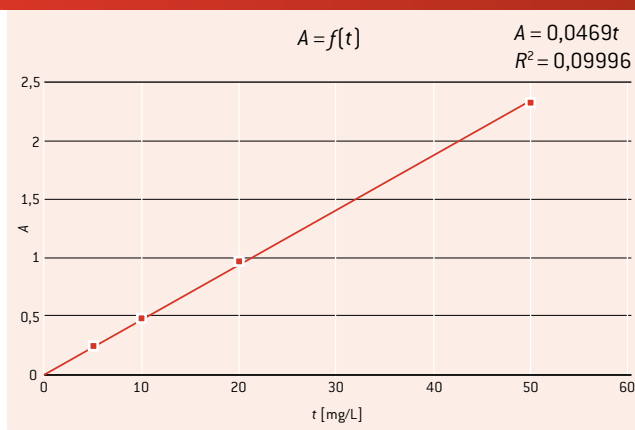


FIG. 10 Kalibreringskurva för absorption i förhållande till koffeinkoncentration

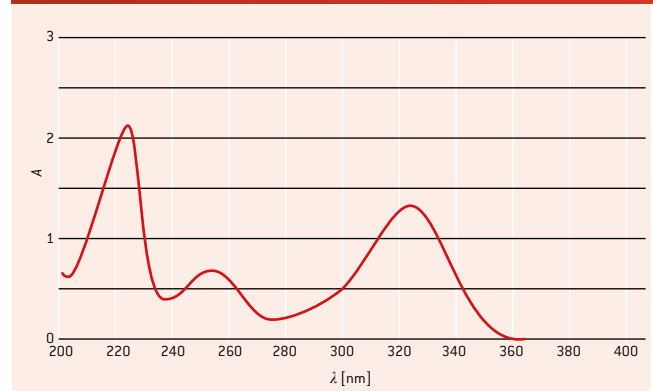
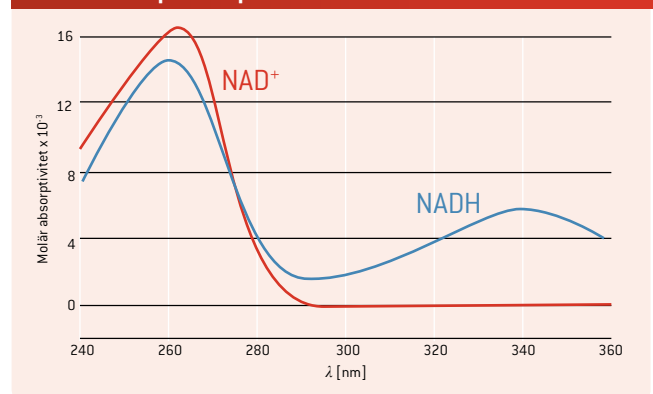


För att få en bättre kalibreringskurva:

- Eleverna kan ta fram ett absorptionsspektrum för vitamin B6 och/eller B3 för att avgöra om dessa vitaminer har hög absorption vid den våglängd som valdes tidigare. Beroende

på resultatet kan de välja en annan våglängd. När de nu de har spektrumet för B6 och B3 kan de välja en våglängd där absorptionen är låg för vitaminerna (till exempel mellan 240 och 250 nm).

FIG. 11 Absorptionsspektrum för vitamin B6

FIG. 12 Absorptionsspektrum för vitamin B3^[1]

- Det skulle vara mycket intressant att motivera eleverna att hitta en annan analysmetod, till exempel HPLC i ett laboratorium. Då skulle de kunna få ett bättre resultat.

3 | 2 **Mäta effekten av isotona drycker och vatten på hjärnaktiviteten**

Våra kroppar behöver vatten, socker och mineraler för att fungera bra. Man kan se det väldigt tydligt i en video från maratonloppet vid Olympiaden 1984 när Gabriela Andersen-Schiess inte dricker något vid den sista vätskekontrollen. Det finns flera videor med den händelsen på internet.

Vi kommer att utveckla metoder, designa en studie och tänka på objektivitet, giltighet och tillförlitlighet när vi mäter effekten av isotona drycker och vatten på hjärnans effektivitet.

Biologi:

Elever i alla åldrar bör börja med att sammanställa sina sammanlagda kunskaper. Elever över 13 års ålder kan gå vidare med undersökningar av olika hjärnaktiviteter (sensorer, aktorer, modala and intermodala aktiviteter osv.) och inverkan av vatten och isotona drycker. Därefter presenterar de sina resultat

FIG. 13 Exempel på en tabell för ett siffer-symboltest

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<	∩	Δ	X	+	⊥	∧	○	=
2	1	5	4	7	6	9	3	8
∩	<							
6	3	1	2	6	7	3	9	2

på posters innan de börjar tänka på hur de ska mäta de effekter som nämns här ovanför.

De kan välja någon av följande metoder:

[A] Siffer-symboltest (som ingår i många IQ tester) – rekommenderas för elever över 13 år

Detta test kallas även DSST (Digit Symbol Substitution Test) och är avsett att testa om en person har en normalt fungerande intermodal aktivitet.

En lista med siffror, till exempel från 1 till 9, finns på ett papper. Varje siffra är kopplad till en symbol (till exempel - / & / 0). Under listan finns en tabell med siffror i slumpmässig ordning. Den som testas ska sätta den tillhörande symbolen under varje siffra så snabbt som möjligt.

En elev från den grupp som testas kan få till exempel 90 sekunder på sig för att bli klar med pappersarket. Efter halva tiden, till exempel 45 sekunder, gör testdeltagaren en paus. Du kan senare kontrollera senare om eleven blir snabbare på att associera siffror till symboler. Detta är den typ av hjärnaktivitet som kallas inläring.

Fem minuter senare kan du be eleven att skriva ner de korrekta symbolerna som är associerade till siffrorna för att se hur mycket hen kommer ihåg. Detta är en annan typ av hjärnaktivitet som kallas långtidsminne.

[B] Linjaltestet – rekommenderas för alla åldrar

Den som sköter testet låter en linjal falla mellan den testades tumme och pekfinger och testpersonen ska försöka fånga linjalen så snabbt som möjligt. Eleverna kan diskutera vilket startläge för linjalen som är bäst. De kan ganska lätt ta reda på hur långt linjalen faller innan den testade fångar den.

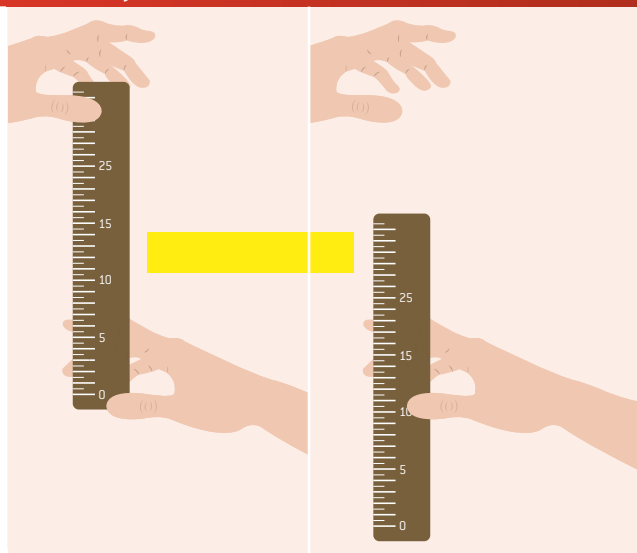
Dessutom måste eleverna fundera på vad som är bästa upplägg, bland annat tiden som behövs för en elev som inte har druckit någon dryck. Detta är givetvis en experimentell försöksdesign, vilket innebär att ni samtidigt jämför två slumpmässiga grupper (en kontrollgrupp och en försöksgrupp). Med den här uppställningen går det att mäta hjärnaktiviteten hos två grupper utan några fler faktorer som påverkar eller förvirrar förutom intaget av dryck. I fortsatta tester kan eleverna mäta och jämföra effekterna av olika typer av drycker.

Matematik:

[För test A] Eleverna (ålder 13+) samlar in och analyserar data och presenterar vad de har kommit fram till.

[För test B] Eleverna måste göra vissa uträkningar för att ta reda på hur många centimeter linjalen har fallit om de inte har satt startpositionen för den testades tumme på 0 cm. De yngsta deltagarna kan nöja sig med att jämföra enskilda resultat medan äldre elever kan göra beräkningar som tar hänsyn till mätosäkerheten och sedan söka medelvärde av flera mätningar.

FIG. 14 Linjaltest



Fysik:

[För test B] Elever över 13 år kan räkna ut hur länge linjalen föll med hjälp av höjden h de har mätt.

$$E_{kin(1)} + E_{pot(1)} = E_{kin(2)} + E_{pot(2)}$$

$$E_{kin(1)} + 0 = 0 + E_{pot(2)}$$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = m \cdot g \cdot h \quad | : m$$

$$\frac{1}{2} \cdot v^2 = g \cdot h$$

där $v = g \cdot t$ eftersom $v = a \cdot t$ och $a = g$

$$\frac{1}{2} \cdot a^2 \cdot t^2 = g \cdot h \quad | \frac{2}{g^2}$$

$$t^2 = 2 \cdot \frac{h}{g} \quad | \sqrt{\quad}$$

$$t = \sqrt{2 \cdot \frac{h}{g}}$$

a : acceleration [$\frac{m}{s^2}$]

h : höjd [m]

g : tyngdacceleration, $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$

t : tid [s]

v : hastighet [$\frac{m}{s}$]

4 | SLUTSATS

Projektet är anpassningsbart och kan användas för undervisning av elever från 8 till 18 års ålder om hur man mäter hjärnaktivitet och hur man optimerar en metod för att minimera behovet av beräkning, räkning osv. Eleverna kommer att lära sig att designa kontrollerade experiment och får gärna använda de aspekter på naturvetenskap och teknik som de har lärt sig inom biologi, matte eller fysik.

5 | ALTERNATIV FÖR SAMARBETE

Vi rekommenderar att du ser på det här projektet som ett samarbete mellan skolor och länder. Om du inte har den tekniska utrustning som krävs för kemidelen bör du kontakta andra skolor i närheten så att du kan samarbeta med dem om experimenten. Be eleverna att redovisa sina resultat och hur de gjorde för de andra eleverna. Det är mer meningsfullt för dem än att bara skriva ner resultatet i sina övningsböcker. Denna typ av samarbete och delning genererar ytterligare motivation och information. Dessutom tillför det ett tvåspråkigt alternativ för att lära ut/lära sig ämnen inom naturvetenskap, teknik och matematik.

Ni kan jämföra drycker som finns i olika länder och attityderna till dem. Ni kan även diskutera studiedesignen, samla fler idéer och göra övningarna tillsammans med två eller flera samarbetspartners för att få mer data för analysen av dryckernas effekter.

Ni är också välkomna att dela med er av de resultat ni har fått genom samarbetet med andra skolor. Mer information finns på vår webbplats.^[2]

REFERENSER


^[1] Källa: Cronholm144 (eget arbete) [public domain], via Wikimedia Commons https://en.wikipedia.org/wiki/Nicotinamide_adenine_dinucleotide#/media/File:NADNADH.svg (2016-03-08)

^[2] www.science-on-stage.de/iStage3_materials


ANDREAS MEIER · CORINA TOMA

BOLLHANTERING



 biomekanik, rörelse, acceleration, energi, kraft, reaktions-tid, ytarea

 fysik, biologi, matematik, gymnastik och idrott

 10–18 år

Den här undervisningsenheten kan användas för undervisning av elever av olika åldrar, främst på mellan- och högstadiet samt gymnasiet. Vissa delar av undervisningsenheten kan även användas på lågstadiet. Varje del går att anpassa så att den passar för olika nivåer.

1 | SAMMANFATTNING

Den här undervisningsenheten behandlar vissa aspekter och aktiviteter som rör spelarnas användning av händer och armar under en fotbollsmatch. Den är uppdelad i tre avsnitt:

1. En fotbollsspelares typiska rörelser
2. Förstoring av kroppens ytarea
3. Spelarnas reaktionstid

Dessutom är en tanke med undervisningsenheten att den ska låta eleverna utveckla nya observationsmetoder.

2 | PRESENTATION AV VIKTIGA BEGREPP

Fotboll är en mycket styrkekrävande och dynamisk sport. Spelet har blivit betydligt intensivare under de senaste årtiondena. Uthållighet, snabbhet och snabba reaktioner är typiska fotbollsfärdigheter som varje spelare i dag måste hantera under en vanlig match och även under träningspass. En spelare måste använda både armar och händer för att prestera bättre, springa snabbare och hoppa högre. Därför finns det risk för att en spelare råkar röra bollen med händerna under spel.

Låt oss först ta en titt på den så kallade handsregeln, FIFA:s regel 12 [1], som säger att det inte är tillåtet för en spelare att ha avsiktlig kontakt med bollen med hand eller arm. Normalt får spelarna alltså inte vidröra bollen med händerna under spel. Undantag från regeln är när en spelare har armen intill kroppen eller i en naturlig vinkel och får bollen på handen/armen.

Det är domaren som avgör om en handkontakt är tillåten eller inte och därmed om den är oavsiktlig eller avsiktlig. Om du följer fotbollsmatcher på en arena eller på tv vet du att dessa domslut kan leda till upprörda diskussioner. Vissa bedömningar av handssituationer har ändrat hela förloppet för en match. Det mest välkända fallet är utan tvekan "Guds hand"-målet som Diego Maradona gjorde för Argentina i kvartsfinalen i VM 1986 mot England i Mexiko, när Argentina slutligen blev världsmästare [2]. I kvalmatchen mellan Irland och Frankrike 2009 skapade Thierry Henry en situation som ledde till ett mål för Frankrike genom en hands. Detta ledde till att FIFA betalade 5 miljoner euro till det irländska fotbollförbundet (FAI) [3], [4].

Dessa exempel visar att armar och händer kan spela en viktig roll i en fotbollsmatch. Du kan använda exemplen för att motivera dina elever att titta närmare på användningen av händerna i fotboll.

2 | 1 Rörelse

Som vi nämnde tidigare är dynamiken viktig under en fotbollsmatch. Vi skulle vilja börja med att fokusera på de ergonomiska aspekterna av en spelares rörelser. Vi vill titta närmare på två typiska rörelser som spelaren måste koordinera under en match: springa och hoppa.

Alla observationer kan registreras enkelt med mätverktyg som måttband och stoppur. Om eleverna dessutom använder digitala kameror eller smarttelefoner och bildanalys kan resultaten användas för att göra mer ingående undersökningar av rörelse, acceleration, kraft, energi och effekt.

För att kunna röra sig snabbare och hoppa högre måste man använda händerna. Det beror på att armarnas pendelrörelse minskar höfternas rörelse och axelrörelsens amplitud och därigenom kompenserar för den rotationsacceleration hos kroppen som orsakas av benrörelsen. När en person springer med armarna nära eller bakom kroppen ger detta i stället en lägre linjär hastighet. [5] Detta kan visas genom att man jämför hur lång tid det tar att springa en viss sträcka med olika armrörelser (se FIG. 1 [6]).

FIG. 1 Löpning på olika sätt (sträcka $s = 20$ m)

	normal rörelse tid [s]	raka armar tid [s]	armarna på ryggen tid [s]
Pojke	3,12	4,03	4,03
Flicka	4,07	5,03	4,18

Det biomekaniska begreppet "startkraft" förklarar varför du kan hoppa högre om du får extra rörelseenergi genom att svänga med armarna. Genom att mäta och jämföra höjden på hopp av olika typer (med armarna nära kroppen, med armarna bakom ryggen, med svängande armar) kan eleverna undersöka effekten av att svänga med armarna (se FIG. 2).

Efter att ha mätt de olika höjderna kan eleverna räkna ut skillnaden mellan dem. Mängden extra energi kan beräknas så här:

$$\Delta E_{pot} = m \cdot g \cdot \Delta h.$$

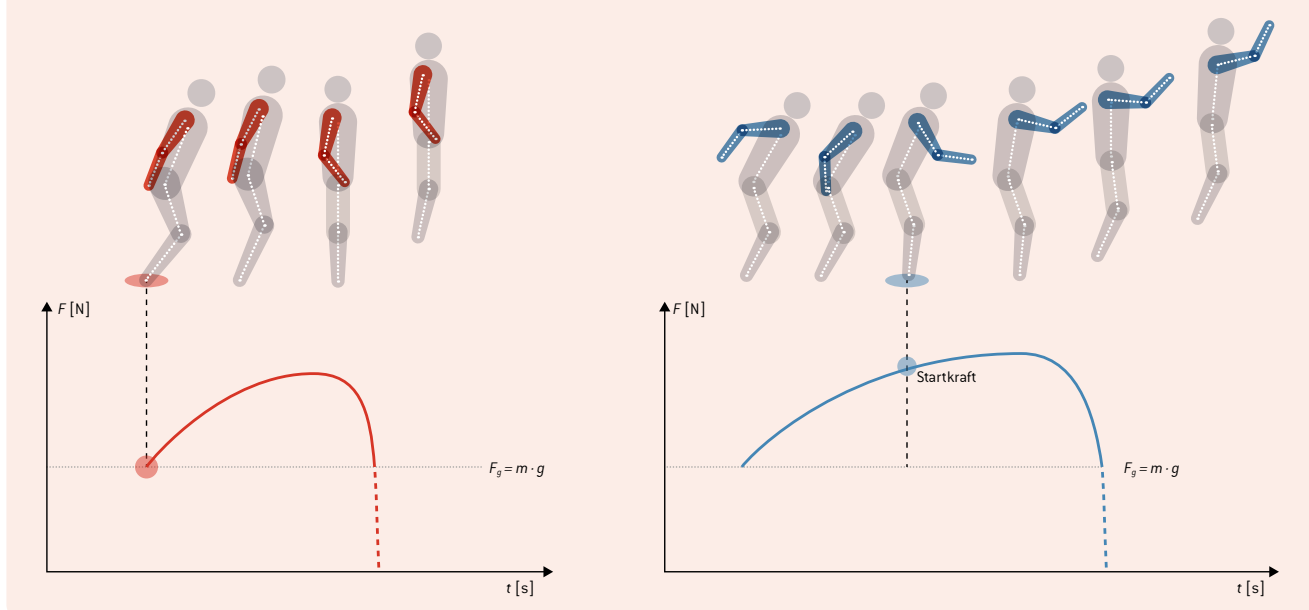
ΔE_{pot} : mängd vunnen potentiell energi [J]

m : massa hos hoppande elev [kg]

g : tyngdacceleration, $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$

Δh : skillnad mellan de hoppade höjderna [m]

FIG. 2 Krafter efter olika sätt att hoppa



Genom att mäta accelerationen (till exempel med sensorer i en smarttelefon) kan eleverna jämföra de maximala krafterna och ta reda på förhållandet mellan rörelsen och accelerationsdiagrammet. Genom att analysera en film kan de beräkna den genomsnittliga kraften för olika sätt att hoppa så här:

$$\bar{P} = \frac{W}{\Delta t} = \frac{(m \cdot g \cdot h)}{\Delta t}$$

\bar{P} : medeleffekt [W]

W : arbete p.g.a. ökning av potentiell energi [J]

m : massa hos hoppande elev [kg]

g : tyngdacceleration, $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$

h : hopp höjd [m]

Δt : tiden det tar att sträcka ut benen [s] (från rörelsens lägsta punkt tills fötterna lämnar marken)

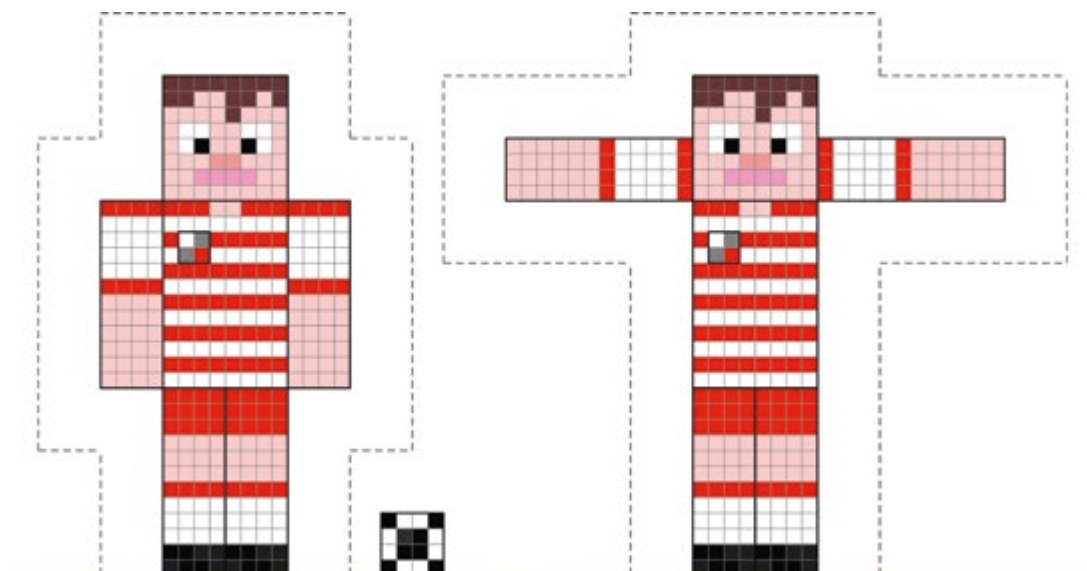
2|2 Ytarean av spelarens kropp

Om spelaren sträcker ut en arm resulterar det i en större kroppsytta som kan träffa bollen. Därför ökar detta en spelares förmåga att stoppa en passning eller att ge sitt eget lag en fördel. Den procentuella förstoringen kan uppskattas med matematiska metoder.

Som första steg kan man enkelt simulera den mänskliga kroppsformen genom att skapa Minecraft-skins (som de flesta av eleverna känner till).^[7] Eleverna kan skapa individuella varianter för sina fotbollsspelare (se FIG. 3).

Eftersom den simulerade kroppen bara består av rektanglar är det lätt att räkna ut hur stor yta som kan träffas av bollen. Olika kroppsytter kan jämföras och skillnaden kan uttryckas i procent.

FIG. 3 Spelarnas silhuetter – cirka 17 % förstoring av ytan



En lite mer krävande variant är att man analyserar foton av eleverna. Eleverna kan använda GeoGebra^[8] för att försöka uppskatta vilken ytarea av sina kroppar som kan träffas av bollen [se FIG. 4]. Den metoden kan även motivera dina elever att använda integralkalkyl för att ta fram metoder för numerisk integration.

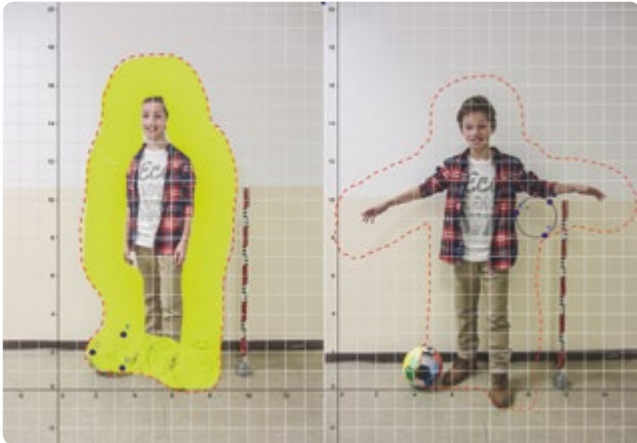


FIG. 4 Uppskattning av kroppsytan med GeoGebra

2 | 3 Reaktionstid

En spelare måste undvika att röra bollen med händerna. Hen måste vara uppmärksam på hur motspelaren hanterar bollen och hur bollen far fram. Reaktionen beror på många parametrar, bland annat spelarens avstånd från bollen och spelarens reaktionstid. Spelarens reaktionstid kan mätas med ett mycket enkelt experiment. Eleverna behöver bara mäta hur långt en linjal faller.

Detta experiment kan genomföras även av lågstadiel elever som kan använda en tabell för att bedöma sina försöksdata [se FIG. 9]. Experimentet kan även göras med beräkning, med användning av reglerna för föremål i fritt fall (linjär acceleration), se även undervisningsenheten "Håll igång hjärnan" på sida 30.

$$s = \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

$$t = \sqrt{\left(\frac{2 \cdot h}{g}\right)}$$

t: reaktionstid [s]

h: tillryggalagd sträcka [m]

g: tyngdacceleration, $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

3 | VAD ELEVERNA GÖR

Alla experiment kan göras utan någon särskild teknisk utrustning. För bildanalys av filmer eller användning av smarttelefoner, se i Stage 2-häftet^[9].

Grundläggande formler, till exempel för att räkna ut arean av en rektangel eller uttrycka ett resultat i procent, förklaras inte här.

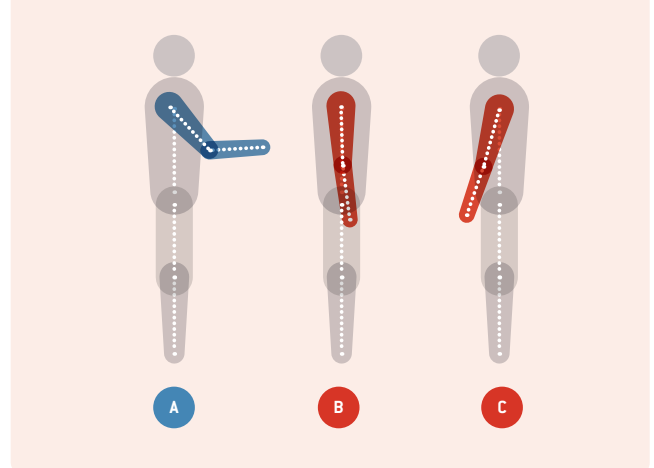
3 | 1 Rörelse

3 | 1 | 1 Springa fort

Det här behövs: måttband, stoppur, markeringsverktyg

För en mer ingående analys behövs: en digitalkamera eller smarttelefon, bildanalysprogramvara (till exempel Tracker^[10])

FIG. 5 Olika positioner för armar och händer



- Märk ut en löpbana (längd: 15–20 m) med tydligt markerad start- och mållinje. Placera startpunkten en kort sträcka (ca 5 m) före startlinjen.
- Notera hur lång tid det tar att springa sträckan när man håller armar och händer i följande lägen: A) normal rörelse (som man brukar springa), B) armarna rakt ner, C) armarna bakom ryggen (se FIG. 5). De som springer ska starta vid startpunkten före själva startlinjen och passera startlinjen i farten.

- Upprepa mätningarna med olika springstilar, och tre gånger för varje stil (för en elev). Låt två eller tre elever springa samtidigt för att få mer data.
- Analysera och jämför de noterade tiderna (efter att ha räknat ut medeltiden för varje springstil). Rör du dig snabbare när du använder händerna som vanligt (så som visas i FIG. 1)?

Fler aktiviteter:

- Spela in filmer som visar de olika springstilarna. Tidskoden på filmen kan användas för att få fram springtiden.
- Använd en kamera på stativ för att spela in filmer som kan

analyseras med ett bildanalysprogram. Programmet räknar automatiskt ut hastighet och acceleration för eleven på filmen.

- Uppskatta energiförlusten när man springer utan att använda händerna (variant B och C). Beräkna genomsnittshastigheten och rörelseenergin för alla tre springstilarna så här:

$$E_{kin} = \frac{1}{2} m \cdot \bar{v}^2.$$

E_{kin} : kinetisk energi [J]

m : elevens massa [kg]

\bar{v} : medelhastighet [$\frac{m}{s}$]

- Analysera andra typer av rörelser för de tre handpositionerna som är typiska för fotboll, till exempel att byta riktning eller påbörja en rörelse.

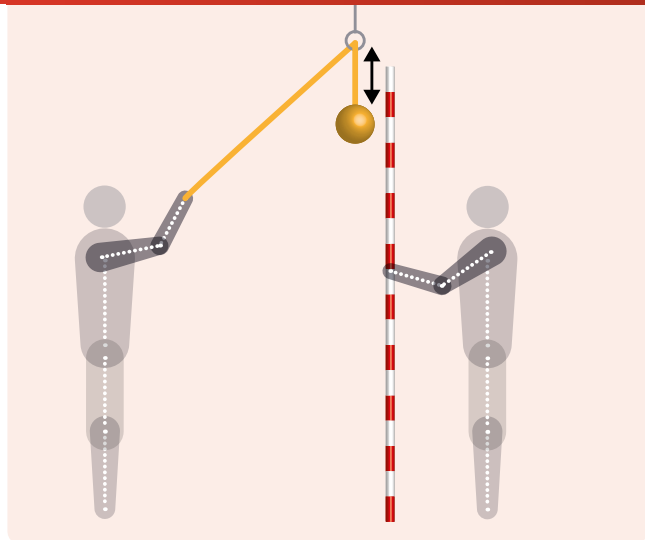
3 | 1 | 2 Hoppa högt

Det här behövs: snöre (eller rep), en mjuk boll (eller något annat föremål som ditt huvud tål att krocka med), måttstock

För en mer ingående analys behövs: en digitalkamera eller smarttelefon, bildanalysprogramvara (till exempel Tracker^[10])

- Konstruera en enkel pendel (med snöre och en mjuk boll) (se FIG. 6). Se till att du enkelt kan ändra pendelns höjd.

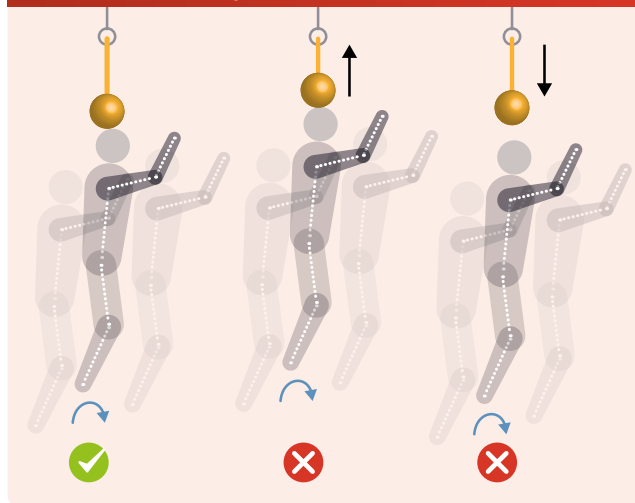
FIG. 6 Ställa i ordning huvudpendel



- Mät hoppets höjd med armarna i följande lägen: A) armarna hängande rakt neråt, B) armarna bakom ryggen, C) armarna svängande (som man brukar hoppa). Justera bollens höjd så att eleven som står under den inte nuddar den med huvudet.

- Stå rakt under bollen.
- Hoppa och försök träffa bollen med huvudet.
- Om du nästan når bollen med huvudet, mät avståndet mellan bollen och golvet. Om du träffar bollen med huvu-

FIG. 7 Justera huvudpendeln



det, häng den högre och hoppa igen. Om du inte når pendeln, sänk bollen och hoppa igen (se FIG. 7).

Ställ dig lite på huk med böjda knän innan du hoppar. Var noga med att utgå från samma ställning vid varje hopp.

- Analysera och jämför de uppmätta höjderna på dina hopp. Kan du hoppa högre om du svänger med armarna och sträcker upp händerna? ^[6]

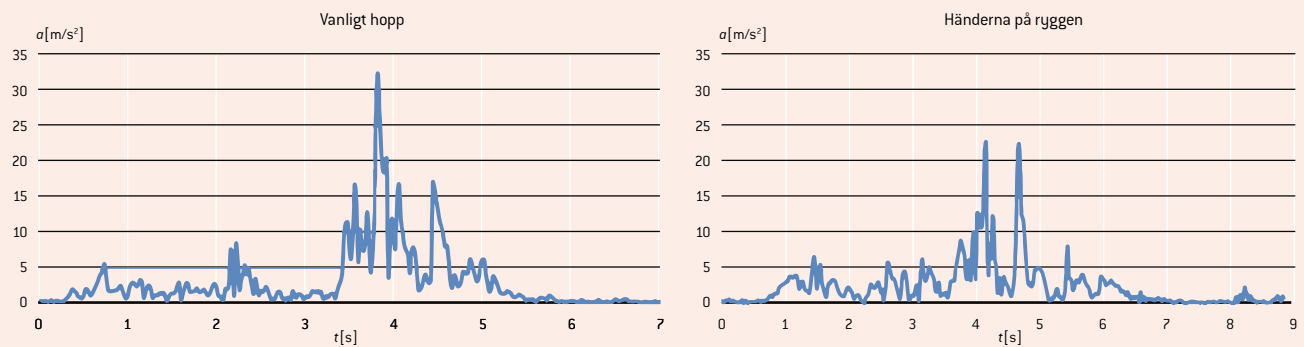
Fler aktiviteter:

- Mät kroppslängden (stå på tå). Räkna ut hur mycket energi din kropp producerar när du hoppar. Använd formeln i 2.1 Rörelse.
- Använd en kamera på stativ för att spela in filmer som kan analyseras med ett bildanalysprogram. Då behövs det ingen pendel. Kom ihåg att lägga in en skala i filmen så att du kan bestämma höjderna. Du kan också uppskatta tiden för hoppet (från det att höfterna är i sin lägsta position tills tårna lämnar golvet). På så sätt kan du räkna ut kroppens effekt vid hoppet med hjälp av formeln i 2.1 Rörelse.
- Använd accelerationssensorn på en smarttelefon. Fäst den nära axeln ^[6] för att registrera den extra acceleration som orsakas av armarnas rörelse under hoppet (se FIG. 8). Du kan också ha smarttelefonen i en byxficka som håller den på plats och registrera den totala accelerationen för kroppens tyngdpunkt. Vilka resultat kan man förvänta sig?
- Analysera spektrumet för accelerationen under hoppet. Försök identifiera de olika kroppsställningarna under hoppet.

3 | 2 Ytaren av spelarens kropp

Det här behövs: millimeterpapper, blyertspenna, linjal

För en mer ingående analys behövs: en digitalkamera eller smarttelefon, GeoGebra ^[8]

FIG. 8 Hoppacceleration registrerad med appen Accelerometer Analyzer^[11]

- Rita upp en spelares kropp med hjälp av ett Minecraft-skin. (Du kan även använda en skineditor, till exempel nova skin^[7].) Rita ytterligare en spelare med armarna rakt ut åt sidorna. Lägg till en boll i varje teckning och markera ytarean där bollen kan träffa spelaren (se FIG. 3).
- Beräkna ytarean. Vilken spelare har störst ytarea som kan träffas av bollen? Jämför de två ytareorna och uttryck skillnaden i procent.

Fler aktiviteter:

- Ta en bild av dig själv med armarna längs kroppen eller en där du håller händerna på ett naturligt sätt. Försök imitera några typiska rörelser för en fotbollsspelare. Kom ihåg att lägga in en skala och en boll i bilden.
- Importera bilderna till GeoGebra och försök uppskatta hur stor del av kroppsytan som kan träffas av bollen. Lägg till en cirkel (boll) och välj *Show Trace* i menyn Content. När du har en kontur av kroppen lägger du till en kontur med *Pen* (se FIG. 4). Pröva olika metoder för att uppskatta ytarean. Hur skulle metoderna kunna göras så effektiva som möjligt?

3 | 3 Reaktionstid

Det här behövs: linjal (30 cm)

För en mer ingående analys behövs: en digitalkamera eller en smarttelefon

- Klassen delas in i par. En av eleverna i varje par håller i linjalen och den andra håller fingrarna vid markeringen för 0 cm.
- Den första eleven släpper linjalen och den andra försöker fånga den så snabbt som möjligt. Läs av hur långt linjalen hann falla.
- Nu kan du ta reda på din reaktionstid genom att jämföra avståndet med FIG. 9.

FIG. 9 Reaktionstid

<i>h</i>	<i>t</i>	<i>h</i>	<i>t</i>	<i>h</i>	<i>t</i>
[cm]	[s]	[cm]	[s]	[cm]	[s]
1	0,045	11	0,150	21	0,207
2	0,064	12	0,156	22	0,212
3	0,078	13	0,163	23	0,217
4	0,090	14	0,169	24	0,221
5	0,101	15	0,175	25	0,226
6	0,111	16	0,181	26	0,230
7	0,119	17	0,186	27	0,235
8	0,128	18	0,192	28	0,239
9	0,135	19	0,197	29	0,243
10	0,143	20	0,202	30	0,247

Fler aktiviteter:

- Räkna ut din reaktionstid med formeln i 2.3 *Reaktionstid*.
- Gör en tabell åt dina yngre elever som de kan använda för att få fram sina reaktionstider med experimentet.
- Utforma ett experiment för att mäta reaktionstiden med digitala medier.

4 | SLUTSATS

Den här undervisningsenheten visar att en spelares användning av armar och händer (även om spelaren inte vidrör bollen) har stor betydelse för att förbättra prestationen under en match. Samtidigt ökar det risken för hands.

Såvitt vi vet är detta den första undersökningen av de olika aspekterna av att vidröra bollen med händerna i fotboll. Därför har vi bara redogjort för några få idéer om hur ämnet kan hanteras.

Exempel på andra viktiga ämnen att fundera över:

- Skydd (till exempel frispark): Spelarna får inte hålla händerna som skydd för kroppen (till exempel ansiktet) mot skott. Eleverna kan räkna ut kraften hos bollen när den träffar en spelares kropp.

- Reaktionsid och handrörelser: Vilket är det snabbaste sättet att föra händerna intill kroppen? Eleverna kan mäta tiden och banan för sina utsträckta händer när de förs intill kroppen.
- Hantering av bollen ur målvaktens synvinkel: Vilket är det bästa sättet att röra/sträcka ut händerna/armarna för att förhindra ett mål?

5 | ALTERNATIV FÖR SAMARBETE

Du kan dela med dig av dina resultat och idéer genom att

- ladda upp dina resultat/filer till en webbplats/onlineplattform. Den uppladdade informationen kan användas av andra elever ^[6]
- spela fotboll med dina vänner och berätta för dem om iStage 3.

REFERENSER

- [1] FIFA: Laws of the Game 2015/2016
www.fifa.com/mm/Document/FootballDevelopment/Refereeing/02/36/01/11/LawsofthegamewebEN_Neutral.pdf (sida 121)
- [2] Argentina–England (1986 FIFA World Cup)
https://en.wikipedia.org/wiki/Argentina_v_England_%281986_FIFA_World_Cup%29 (2016-03-08)
- [3] 2009 fotbollsmatcherna Irland–Frankrike https://en.wikipedia.org/wiki/2009_Republic_of_Ireland_v_France_football_matches (2016-03-08)
- [4] Eamon Dunphy: "The FIFA payment to the FAI was like something from The Sopranos"
www.independent.ie/sport/soccer/international-soccer/eamon-dunphy-the-fifa-payment-to-the-fai-was-like-something-from-the-sopranos-31279282.html, publicerat 2015-06-04
- [5] Christopher J. Arellano, Rodger Kram: "The metabolic cost of human running: Is swinging the arms worth it?"
<http://jeb.biologists.org/content/217/14/2456.abstract>
- [6] På www.science-on-stage.de/iStage3_materials kan du hitta några videoklipp för dessa aktiviteter och sätt att dela med dig av dina resultat.
- [7] <http://minecraft.novaskin.me/>
- [8] www.geogebra.org
- [9] iStage 2 – smarttelefoner i naturvetenskapsundervisning:
www.science-on-stage.de/iStage2_publication_EN
- [10] www.physlets.org/tracker
- [11] <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.lul.accelerometer> (2016-04-27)

BOLLEN

Låt oss nu fokusera på det viktigaste i fotbollen – nämligen bollen! Bollen är vad spelet handlar om. Om du vet hur du manipulerar (eller ska vi säga "pedi-pulera"?) denna till synes enkla tingest ökar dina chanser att vinna högst väsentligt. Naturvetenskap kan lära dig mycket om det komplexa beteendet hos denna enkla, solida sfär. Är den verkligen sfärisk? Är den en fast kropp? Vi kommer naturligtvis att behöva göra några approximationer, men när vi har gjort det vi kan förutsäga en hel del bara med hjälp av det vi har lärt oss i skolan.

Våra deltagare har tagit fram tre undervisningsenheter som var och en belyser olika aspekter av bollens fysik.

Före matchen måste vi pumpa bollen. I undervisningsenheten "Under tryck" lär sig eleverna att luft har massa och att de kan bestämma vikten hos luft med några enkla hushållsredskap. Dessutom påverkas trycket av mängden luft inuti bollen, vilket i sin tur ändrar bollens studieegenskaper. Trycket inuti bollen bestämmer stöttalet, dvs. hur högt bollen studsar. Det går att begripa detta genom att betrakta luft som en ideal gas bestående av ungefär tjugo procent syre och åttio procent kväve. Gaslagarna är användbara!

I vår nästa undervisningsenhet befinner vi oss mitt i matchen. Målvakten tänker rör inte marken!, eftersom han eller hon vet att riktningen och hastigheten hos den studsande bollen kan förändras dramatiskt när bollen träffar marken. Klassisk mekanik kan hjälpa oss att förstå vad det är som händer. Genom att analysera en roterande boll som studsar upp från marken kommer eleverna att förstå hur omvandlingen av rotationsrörelseenergi till translationsrörelseenergi kan leda till den märkliga effekten att en boll blir betydligt snabbare genom att helt enkelt slå i marken. Ändringen av bollens riktning kan också förstås med hjälp av klassisk mekanik.

För att ändra riktning behöver denna till synes enkla sfär inte ens träffa marken. Bollens samverkan med den omgivande luften räcker för att en spelare ska kunna skjuta iväg en skruvad boll. Undervisningsenheten "Skruvad fysik" handlar om fotbollens aerodynamik. Som vi känner till från Daniel Bernoullis arbete leder en snabbare luftrörelse till en minskning av trycket. Friktionen gör att den roterande bollen ändrar luftens hastighet på ena sidan bollen i förhållande till andra sidan. Den resulterande tryckskillnaden kan ändra bollens bana förvånansvärt



mycket. Detta fenomen kallas Magnuseffekten. I praktiken kan denna effekt vara ganska svår att förstå i detalj, och fotbollstillverkarna ägnar mycket tid och ansträngning åt att formge bollen för att få ett bra luftflöde, dvs. att säkerställa en jämn ökning av luftmotståndet med ökande hastighet. Våra deltagare har dock tagit fram en undervisningsenhet som gör detta ganska svåra ämne tillgängligt för högstadie- och gymnasieelever med hjälp av experiment och simuleringar.

Dessa tre undervisningsenheter är enastående exempel som visar hur fysiken på skolnivå kan förklara beteendet hos en fotboll – ett av de allra mest relevanta verkliga föremålen från våra elevers synpunkt. Det här är ett riktigt bra material från några av de bästa fysiklärarna i Europa.


DR JÖRG GUTSCHANK


Leibniz Gymnasium | Dortmund International School
Ordförande Science on Stage Germany
Huvudsamordnare


KIRSTEN BIEDERMANN · ANDERS FLORÉN · PHILIPPE JEANJACQUOT · DIONYSIS KONSTANTINOU · CORINA TOMA

UNDER TRYCK



 boll, massa, våg, pump, tryck, ideal gas, elastisk kollision, stöttal

 fysik, matematik, IKT

 Denna enhet kan användas för att undervisa elever i olika åldrar från mellanstadiet till gymnasiet. Båda delarna kan anpassas till olika nivåer enligt nedan.

Nivå 1: Mellanstadiet (9–12 år)

Nivå 2: Högstadiet (12–15 år)

Nivå 3: Gymnasiet (15–18 år)

1 | SAMMANFATTNING

Har du någonsin tänkt på hur viktigt lufttrycket inne i fotbollen är? I den här enheten presenteras olika aktiviteter med fokus på detta tryck. Den första aktiviteten börjar med att mäta massan hos luften inuti bollen samt betonar det direkta sambandet med trycket på insidan. Den andra aktiviteten studerar hur maxhöjden som bollen uppnår efter den första kollisionen eller studsens beror på lufttrycket inne i bollen samt visar samtidigt betydelsen av markytans egenskaper.

2 | PRESENTATION AV VIKTIGA BEGREPP

Vårt mål är att med enkla experiment beskriva att eleverna kan mäta massan av luften inne i bollen och därefter kontrollera det linjära sambandet mellan tryck och massa enligt allmänna gaslagen. Slutligen kommer de att studera tryckets betydelse under själva studsens och tillämpa lagen om den mekaniska energins bevarande.

2 | 1 Del 1: Luftmassa i förhållande till tryck

Mer detaljer om aktiviteterna finns i del 3 *Vad eleverna gör*.

Nivå 1:

Två olika och oberoende aktiviteter kan utföras. Den första fokuserar på luftmassan och hur man mäter massan av luften inne i bollen. Läraren kan använda ett frågebaserat tillvägagångssätt genom att fråga eleverna: "Hur kan man bestämma massan av luften inuti en boll?". Eleverna kommer att föreslå och genomföra experiment, till exempel att använda en våg, pumpa upp bollen och mäta bollens massa när den är uppumpad. Under den andra aktiviteten fokuserar eleverna på volymen och på metoder för att bestämma bollens volym (till exempel med en hink med vatten).

Nivå 2:

Mäta massan av luften inne i bollen vid olika tryck. Hitta sambandet mellan tryck och luftens massa (antagande: bollens volym ändras inte när trycket ökar). Eleverna kan rita ett diagram över relationen mellan gasens massa och trycket. Eleverna kan också mäta bollens volym. Detta experiment kan också användas för att upptäcka bollens lyftkraft (i luft).

Nivå 3:

Eleverna kan göra samma experiment som på nivå 2. De kommer att jämföra sitt diagram över förhållandet mellan massan och lufttrycket inuti bollen med allmänna gaslagen samt beräkna olika gasparametrar baserat på kurvans lutning.

2 | 2 Del 2: Studshöjd i förhållande till tryck

Nivå 1:

Fokusera på skillnaden mellan höjderna (kvalitativt): Släpp två bollar från samma höjd och observera den direkta effekten av olika tryck i bollen. Välj ett förfarande, välj vilka data du ska samla in, samla in data och diskutera dem när experimentet är klart.

Nivå 2:

Fokusera på skillnaden mellan höjderna (kvalitativt): Mät maxhöjden efter den första studsens, upprepa sedan experimentet tio gånger och leta efter ett sätt att detektera höjden, till exempel genom att skapa en höghastighetsfilm med en smarttelefon. Läs om slumpmässiga och andra faktorer som påverkar de olika resultaten samt beräkna medelhöjden.

Nivå 3:

Fokusera på att använda en matematisk modell för fritt fall för att analysera dina data. Från och med nivå 2: Analysera data för att hitta energiförlusten med hjälp av formeln $E_{pot} = m \cdot g \cdot h$ och jämföra energin i början av experimentet ($h = 1$ m eller annat värde) och efter bollens första kontakt med marken. Eleverna kan också beräkna tiden för en studs och den maximala hastigheten för den första kontakten med marken, och därefter försöka mäta detta. Slutligen kan de jämföra den potentiella och den kinetiska energin (E_{pot} och E_{kin}) samt beräkna stöttalet (se 3.2.1).

E_{pot} : potentiell energi [J]

m : bollens massa [g]

g : tyngdacceleration, $g = 9,81 \frac{m}{s^2} = 9,81 \frac{N}{kg}$

h : höjden som uppnås av bollen [m]

Del 2 kan utföras på olika ytor, till exempel gräs, gymnastiksalens golv, asfalt, betong, vått gräs, kort och längre gräs samt slutligen sand. Elever på alla nivåer bör redovisa sina hypoteser, diskutera dem och analysera experimenten på olika nivåer. För att gå vidare kan det vara intressant att ta fram en tabell som visar vilket tryck som krävs för att få samma studshöjd på olika underlag, till exempel på olika idrottsplatser.

3 | VAD ELEVERNA GÖR

Denna enhet är uppdelad i två delar: mätning av gasens massa relativt trycket inne i bollen, samt mätning av förhållandet mellan studshöjden och trycket inne i bollen.

Det finns två sätt att mäta trycket.

Det relativa trycket är skillnaden mellan trycket inne i bollen och atmosfärstrycket (utanför bollen). För att mäta det relativa trycket används en manometer. Vi använder detta tryck i del 1.

Det absoluta trycket är trycket jämfört med vakuum. Vi använder detta tryck i del 2.

3|1 Del 1: Mätning av gasens massa relativt trycket

Utrustning: en pump, en manometer (tryckmätningssystem), en våg (med noggrannheten 0,1 g och mätområdet 0–1 000 g), ett munstycke för att blåsa upp bollen, ett glas för att placera bollen på vågen, en fotboll.

Om skolan inte har denna utrustning kan experimentet göras med billiga föremål.

(Det enklaste sättet är att ha manometern på pumpen. Om så inte är fallet är det lätt att hitta en billig manometer för bildäck. Munstycket är detsamma som det som används för bollar.)

3|1|1 Förfarande

Här beskriver vi alla detaljer för det föreslagna förfarandet. Vissa delar kan utelämnas om de inte passar nivån på din grupp av elever.



FIG. 1 Boll i hink

▪ Mät bollens volym (med och utan luft inuti)

För att mäta bollens volym kan du använda en hink vatten och mäta vattennivån med eller utan nedsänkt boll. Var försiktig: Fotbollens utsida är av läder som kan absorbera vatten, vilket ökar massan hos bollen. För att undvika denna effekt kan du lägga bollen i en plastpåse. Trycket från vattnet runt bollen gör att påsen "fastnar" mot bollen. Volymen blir densamma med eller utan plastpåse.



FIG. 2 Mät nivån för att bestämma vattenvolymen

Om du gör mätningen utan plastpåse runt bollen, bör du utföra detta efter mätningen av massa.

Volymen kan mätas med hjälp av olika vattennivåer i hinken. Om eleverna inte kan beräkna vattenvolymen i hinken, kan de fylla hinken ända upp, trycka ner bollen och mäta volymen av det vatten som rinner över.

I detta fall är volymen av den tomma bollen 1,65 L medan volymen av den fulla bollen är 5 L. Det innebär att $5 \text{ L} - 1,65 \text{ L} = 3,35 \text{ L}$ luft finns inne i bollen.

▪ Mätning av bollens massa med luft inuti

Placera glaset på vågen, tarera vågen, placera bollen på glaset och läs av massan.

I detta experiment använder vi en våg med noggrannheten 0,1 g och mätområdet 0–1 000 g, en fotboll samt en pump med manometer.

▪ Mätning av bollens massa utan luft inuti

(till exempel $m_{\text{boll}} = 408,0 \text{ g}$)



FIG. 3 Boll på våg



FIG. 4 Mät massan av den tomma bollen

▪ **Pumpa upp bollen tills du får samma tryck inuti som utanför bollen**

Det relativa trycket, eller skillnaden mellan trycket inuti och utanför bollen, är $P = 0$ bar. Mätning av bollens massa $m_{\text{boll}} = 408,0$ g. (Samma massa som tidigare!)

3 | 1 | 2 **Analys: Varför är massan densamma, både med och utan luft i bollen?**

- **Tips:** Luften runt oss är en icke-fast kropp som skapar en kraft med samma egenskaper som kraften som uppstår när vi sänker ned något i vatten.
- **Svar:** Massan av luften inne i bollen vägs upp av lyftkraften från luften runt bollen.
- Mätning av massan hos samma boll vid olika tryck. Manometern visar det relativa trycket.
- Mata in siffrorna i ett kalkylblad. Du kan till exempel mäta massan vid de relativa trycken $P = 0,35$ bar, $P = 0,5$ bar, $P = 0,6$ bar, $P = 0,75$ bar, $P = 0,9$ bar, $P = 1,05$ bar – eller välj andra tryck.
- Rita kurvan m relativt P .
- Hitta den bästa kurvanpassningen (det är en linjär funktion).
- Hitta sambandet mellan lutningen på den räta linjen och allmänna gaslagen: $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$

För att hjälpa eleverna att förstå allmänna gaslagen kan läraren ge några ledtrådar.

- **Första ledtråden:** Den linjära kurvan har formeln

$$m_{\text{total}} = a \cdot P + m_{\text{boll}}$$

eller $m_{\text{total}} = m_{\text{gas}} + m_{\text{boll}}$.

Det betyder att: $m_{\text{gas}} = a \cdot P$.

- **Andra ledtråden:** $n_{\text{gas}} = \frac{m_{\text{gas}}}{M_{\text{gas}}}$.

m : massa [g]

P : relativt tryck [Pa]

a : kurvans lutningskoefficient [$\frac{\text{g}}{\text{bar}}$]

V : volym [m^3]

n : mängd substans [mol]

M : molvikt [$\frac{\text{g}}{\text{mol}}$]

R : allmänna gaskonstanten, $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}$

T : temperatur [K]

- **Tredje ledtråden:** Gasen (luften) består grovt räknat av 20 % syre och 80 % kväve.

$$M_{O_2} = 32 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \quad \text{och} \quad M_{N_2} = 28 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

3 | 2 **Del 2: Mätning av studshöjd i förhållande till tryck**

3 | 2 | 1 **Teori**

Har du någonsin tänkt på hur viktigt det inre lufttrycket är för en boll? Vi kommer att visa att stöttalet e (elasticiteten) är beroende av trycket.

Vad är stöttalet? När en boll faller landar den i en viss hastighet i förhållande till marken. Detta kallas dess kollisionshastighet. Efter den elastiska kollisionen med marken kommer hastigheten efter kollisionen att skilja sig från kollisionshastigheten eftersom en del av den ursprungliga kinetiska energin går förlorad:

$$e = \frac{v_{\text{fjärmande}}}{v_{\text{närmande}}}$$

Du kan mycket enkelt bestämma denna koefficient genom att mäta den initiala höjden h_1 varifrån bollen faller, och sedan mäta den maximala höjden h_2 som bollen kan nå efter att ha studsat mot marken.

Vi använder lagen om den mekaniska energins bevarande:

$$mgh_1 = \frac{mv_{\text{närmande}}^2}{2} \quad mgh_2 = \frac{mv_{\text{fjärmande}}^2}{2}$$

$$\text{Därför: } e = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}}$$

e : stöttalet

v : hastighet [$\frac{\text{m}}{\text{s}}$]

m : massa [g]

g : tyngdacceleration, $g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$

h : höjd [m]

3 | 2 | 2 Experimentet

Vi släpper en boll från en viss höjd (h_1) och noterar sedan till vilken höjd (h_2) bollen studsar efter att den har slagit i marken. Vi kan mäta dessa höjder i videoklippen.



FIG. 5 Håll bollen på en höjd av h_1 (vänster), släpp bollen (höger)

Experimentet kan göras med olika slags bollar och olika slags underlag^[1].

4 | SLUTSATS

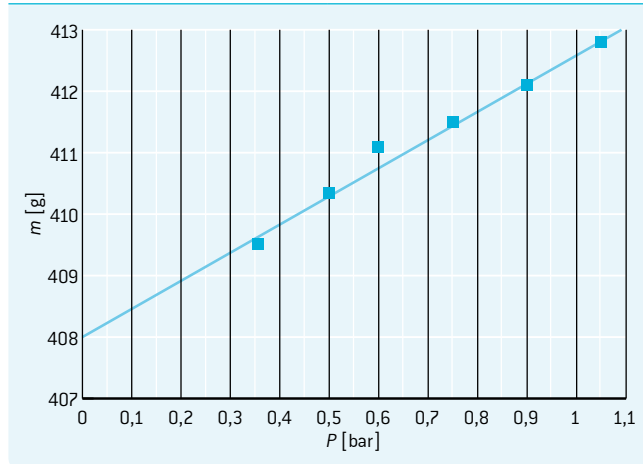
4 | 1 | Del 1: Mätning av gasens massa relativt trycket

4 | 1 | 1 Exempel på mätning av en bolls massa i förhållande till trycket i den

Massan hos bollen är is $m_{boll} = 408,0\text{ g}$ vid $P = 0\text{ bar}$. Volymen av luften i bollen är $V = 3,35\text{ L}$.

FIG. 6 m [g] relativt P [bar] (relativt tryck)

P [bar]	m [g]
0,75	411,5
0,35	409,5
1,05	412,8
0,9	412,1
0,6	411,1
0,5	410,3



4 | 1 | 2 Exempel på beräkning med allmänna gaslagen:

Formeln för denna kurva är $m = 4,5711 \frac{\text{g}}{\text{bar}} \cdot P + 408,0\text{ g}$.

Vi ser att värdet 408 är massan av den tomma bollen i gram eller $m_{total} = a \cdot P + m_{boll}$.

- m : total massa [g]
- P : tryck [bar]
- a : kurvans lutningskoefficient [$\frac{\text{g}}{\text{bar}}$]

I detta fall $a = 4,5711 \frac{\text{g}}{\text{bar}}$.

Värdet av a kan bestämmas med hjälp av allmänna gaslagen:

- $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$.
- P : tryck [Pa], 1 bar = 10^5 Pa
- V : volym [m^3]
- n : mängd gas [mol]
- R : allmänna gaskonstanten, $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}$
- T : temperatur [K]
- M : molvikt [$\frac{\text{g}}{\text{mol}}$]

Det betyder att $n_{gas} = \frac{P \cdot V}{R \cdot T}$ och $m_{gas} = M_{gas} \cdot \frac{P \cdot V}{R \cdot T}$

eller $m_{gas} = \frac{M_{gas} \cdot V}{R \cdot T} \cdot P$

och vi har redan sett i 3.2.1 att $m_{gas} = a \cdot P$,

vilket ger att $a = \frac{M_{gas} \cdot V}{R \cdot T}$.

Luft består grovt sett av 20 % syre och 80 % kväve, vilket ger

$$M_{gas} = \frac{20 \cdot M_{O_2} + 80 \cdot M_{N_2}}{100}$$

$$M_{gas} = \frac{20 \cdot 32 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 80 \cdot 28 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{100}$$

$$M_{gas} = 28,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

För denna boll:
 $V = 3,35\text{ L} = 3,35 \cdot 10^{-3}\text{ m}^3$
 $T = 20^\circ\text{C} = 293\text{ K}$

$$a = \frac{M_{gas} \cdot V}{R \cdot T}$$

$$a = \frac{28,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 3,35 \cdot 10^{-3}\text{ m}^3}{8,31 \frac{\text{J}}{\text{K mol}} \cdot 293\text{ K}} = 3,96 \cdot 10^{-5} \frac{\text{g}}{\text{Pa}}$$

Detta är värdet när P uttrycks i Pa. För att få P i bar måste värdet multipliceras med 10^5 (eftersom 1 bar = 10^5 Pa).

$$a = 3,96 \frac{\text{g}}{\text{bar}}$$

Den bästa kurvanpassningen får vi med $a = 4,57 \frac{\text{g}}{\text{bar}}$.

Om vi jämför de båda resultaten är den relativa avvikelsen mellan resultaten lika med:

$$d = \frac{4,57 - 3,96}{4,57} = 0,13.$$

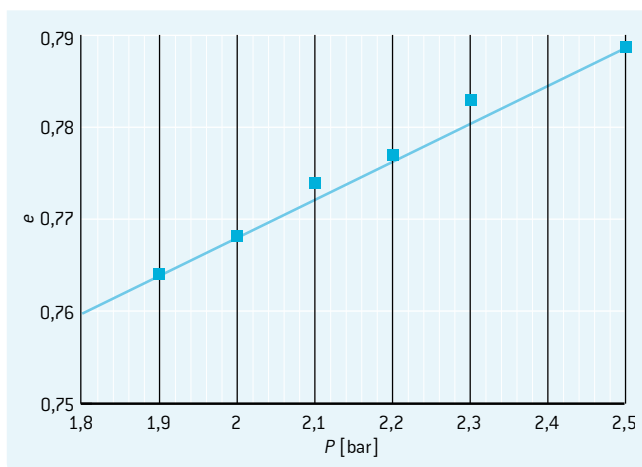
Vi kan diskutera felen som är förknippade med detta mått. Här är noggrannheten hos manometern 0,05 bar vid ett värde på cirka 1 bar. Det kan fortfarande finnas luft kvar inuti bollen när vi mäter volymen av den tomma bollen.

4 | 2 Del 2: Mätning av studs i förhållande till tryck

I vårt experiment ändrade vi lufttrycket inne i två olika bollar och fick följande resultat:

FIG. 7 Stöttalet e relativt absolut tryck P (boll 1)

P [bar]	e
1,9	0,764
2,0	0,768
2,1	0,774
2,2	0,777
2,3	0,783
2,5	0,789



Här är P det absoluta trycket i bar.

För den första bollen är beroendet linjärt eftersom tryckvariationen inte är så stor.

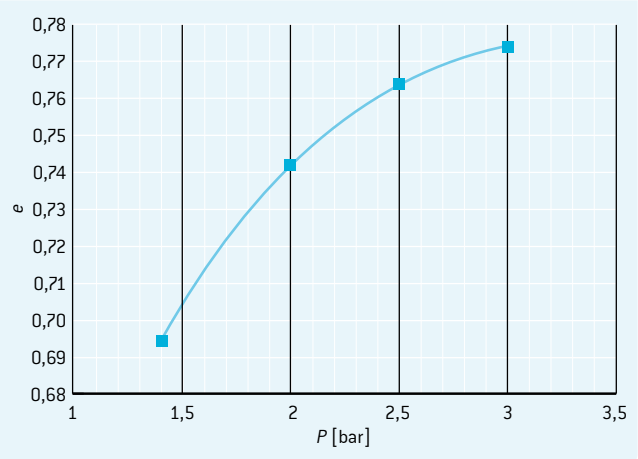
För den andra bollen fick vi en kurva. När trycket är alltför stort förlorar bollen sin elasticitet och stöttalet verkar nå ett gränsvärde.

I de här båda experimenten släpptes bollen ned på ett golv, och du kan se att stöttalet är cirka 0,77 vid trycket 3 bar.

Sedan bytte vi till en annan yta, men det inre lufttrycket var fortfarande 3 bar. På gräs var stöttalet mindre: $e = 0,57$. På konstgräs blev stöttalet 0,74^[1].

FIG. 8 Stöttalet e i förhållande till det absoluta trycket P (boll 2)

P [bar]	e
1,4	0,695
2,0	0,742
2,5	0,764
3,0	0,774



5 | SLUTSATS

Fotbollar är mycket bra verktyg för att studera gaslagarna, tryckets egenskaper och effektiviteten i studsarna. Eleverna kan studera fysikens lagar med hjälp av en boll som är ett vanligt idrottsredskap. De kan se sambandet mellan de fysiska lagarna, i detta fall allmänna gaslagen, och det dagliga livet.

Det är också intressant att se att aktiviteterna i den här enheten kan läras ut till elever i olika åldersgrupper, från 6 till 18 år. Det är enkelt att passa in dessa aktiviteter i alla slags läroplaner.

6 | ALTERNATIV FÖR SAMARBETE

Vi kan dela med oss av våra resultat från olika försök med fotbollar.

Om du vill dela med dig av resultaten laddar du ner filen och följer anvisningarna^[1].

Vi är övertygade om att eleverna kan beskriva sina idéer om skillnaderna mellan sina mätningar eller sina försöksanordningar. De kan tänka ut andra experiment med bollen – till exempel att filma bollens deformation vid kollisionen med underlaget och hur trycket påverkar denna process.

REFERENSER

^[1] www.science-on-stage.de/iStage3_materials



DIONYSIS KONSTANTINOU · ANDREAS MEIER · ZBIGNIEW TRZMIEL

BOLLEN I RÖRELSE



☞ rörelse, rotation, rullande, translationsrörelseenergi, rotationsrörelseenergi, friktion

📖 fysik, IKT

👥 Två uppsättningar av aktiviteter beskrivs. Den första passar elever i åldern 14–15 år. Båda passar elever i åldern 16–18 år.

1 | SAMMANFATTNING

Eleverna studerar rörelse, rörelseenergi och rörelsemängd hos en boll. De upptäcker också att den kinetiska energin hos en verklig kropp består av både translations- och rotationsrörelseenergi.

2 | PRESENTATION AV VIKTIGA BEGREPP

2 | 1 Sammandrag

Målvakter säger att det blir svårare för dem om bollen studsar på marken framför dem. I denna undervisningsenhet visar vi eleverna hur man kan undersöka de faktorer som förändrar energin och rörelsen hos en boll när den studsar. I det här sammanhanget kommer eleverna att stöta på fysikens lagar i samband med translations- och rotationsrörelsen hos en fast kropp, särskilt för en rullande rörelse. Denna undervisningsenhet utgår från två experiment. Eleverna registrerar rörelsen hos en boll och använder ett videoanalysverktyg för att analysera rörelsen. Experimenten har valts på ett sådant sätt att eleverna får möjlighet att studera respektive fenomen. De kommer att kunna dra slutsatser om och förklara bollens studs med avseende på kraft, rörelse, rörelsemängd och energi.

2 | 2 Förekunskapskrav

Eleverna bör känna till rörelsens fysik, kraftens betydelse för rörelse samt potentiell och kinetisk energi i förhållande till punktmassor. De bör också kunna arbeta med vektorstorheter som hastighet och rörelsemängd.

2 | 3 Teoretisk bakgrund

2 | 3 | 1 Kinetik

Rullande rörelse är en kombination av translationsrörelse och rotationsrörelse. För denna typ av rörelse gäller:

1. Masscentrum (cm) förflyttar sig med en translationsrörelse. Dess hastighet i förhållande till marken är \vec{v}_{cm} .
2. Resten av kroppen roterar runt masscentrum och uppvisar två slags rörelser, närmare bestämt en translationsrörelse med \vec{v}_{cm} och en rotationsrörelse.

Låt oss betrakta punkt i på kroppen. I den andra typen av rörelse är dess absoluta hastighet, i förhållande till sitt cm , lika med $v_{rel,cm}^i = r_i \omega$.

Vinkelhastigheten utgår från rotationsaxeln. Hastigheten hos punkt i i förhållande till cm är tangentiell till banan för punkt i . De två hastigheterna är förbundna med högerhandsregeln.

r_i : avståndet mellan den specifika punkten i och rotationsaxeln [m]

ω : kroppens vinkelhastighet [$\frac{1}{s}$]

v : hastighet [$\frac{m}{s}$]

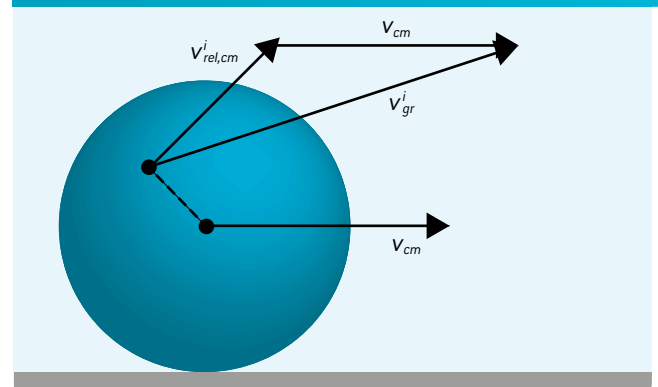
I förhållande till punkterna på omkretsen kommer deras $\vec{v}_{rel,cm}$ att bli $R\omega$.

R : kroppens radie [m]

Därför är hastigheten för punkt i på kroppen i förhållande till marken lika med vektorsumman av de båda hastigheterna (FIG. 1).

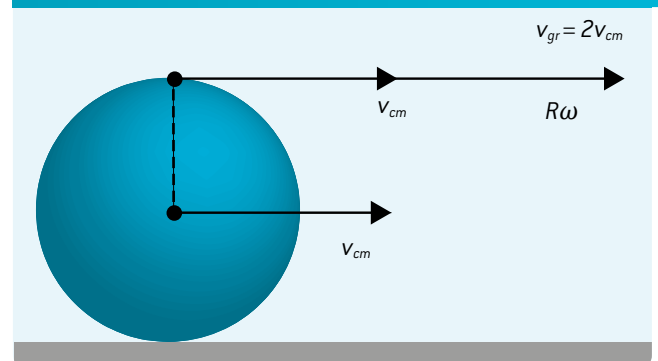
$$\vec{v}_{gr}^i = \vec{v}_{cm} + \vec{v}_{rel,cm}^i$$

FIG. 1



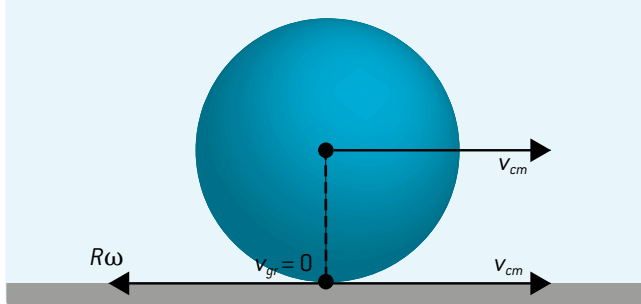
\vec{v}_{gr} för den översta punkten på kroppen är lika med $2\vec{v}_{cm}$.

FIG. 2



Hastigheten \vec{v}_{gr} för punkten som är i kontakt med marken är noll, dvs. den är momentant i vila (FIG. 3).

FIG. 3



Slutligen betyder villkoret $v_{cm} = R\omega$ att kroppen rullar utan att glida.

2 | 3 | 2 Kinetisk energi

En sfärisk kropp i rörelse har, generellt sett, både translations- och rotationsrörelseenergi: $E_{kin,tr}$ respektive $E_{kin,rot}$.

$$E_{kin,tr} = \frac{1}{2}mv^2 \text{ och } E_{kin,rot} = \frac{1}{2}I\omega^2$$

m : massa [kg]

I : tröghetsmoment [$\text{kg} \cdot \text{m}^2$]

v : absolut hastighet [$\frac{\text{m}}{\text{s}}$]

ω : vinkelhastighet hos den sfäriska kroppen [$\frac{1}{\text{s}}$]

Låt oss betrakta en sådan kropp när den träffar marken, och låt oss fokusera på den korta tidsperiod precis före och efter nedslaget då vi kan undersöka den kraft som verkar mellan kroppen och marken.

Före nedslaget:

$$E_{kin,tr(1)} = \frac{1}{2}mv_1^2 \text{ och } E_{kin,rot(1)} = \frac{1}{2}I\omega_1^2.$$

Efter nedslaget finns båda storheterna kvar men har andra värden:

$$E_{kin,tr(2)} = \frac{1}{2}mv_2^2 \text{ och } E_{kin,rot(2)} = \frac{1}{2}I\omega_2^2.$$

Indexen 1 och 2 motsvarar värdena före och efter nedslaget mot marken.

Den kraft som verkar mellan underlaget och kroppen består av vertikala och horisontella komponenter. Om vi antar att bollen inte glider på marken består den horisontella komponenten av statisk friktion. Dess arbete på bollen är noll, medan dess vridmoment orsakar vinkelacceleration. Detta betyder att vinkelhastighetens värde ändras och ibland även dess riktning. Ingen energi omvandlas dock till värme, och vi får bara ett utbyte mellan translationsenergi och rotationsenergi. Den vertikala komponenten och bollens vikt producerar vertikal acceleration i förhållande till bollen. Givet att bollen inte glider på marken kan vi tillämpa principen om den mekaniska energins bevarande:

$$E_{pot(1)} + E_{kin,tr(1)} + E_{kin,rot(1)} = E_{pot(2)} + E_{kin,tr(2)} + E_{kin,rot(2)}.$$

E_{pot} är potentiell energi medan indexen 1 och 2 syftar på tillstånden precis före och precis efter att bollen studsar.

Eftersom vi fokuserar på händelsen när bollen studsar på marken blir $E_{pot(1)} = E_{pot(2)}$

$$\text{och } E_{kin,tr(1)} + E_{kin,rot(1)} = E_{kin,tr(2)} + E_{kin,rot(2)}.$$

Eftersom det finns flera faktorer här, däribland markytan och vinkelhastigheten hos bollen strax före nedslaget, är det svårt att uppskatta friktionens effekt. Därför är det inte lätt att förutse data för rörelsen hos bollen precis efter studsens, och särskilt vektorn för dess hastighet.

2 | 4 | Försök och förfaranden

1. För att väcka elevernas intresse blir de ombudda att släppa en boll och samtidigt ge den en initial rotation^[1]. Förhoppningsvis kommer eleverna associera "sparken" av bollen med skruven som har bollen har fått.
2. Första experimentet (första uppsättningen aktiviteter) Eleverna sätter ihop en ramp av två parallella stänger. Avståndet mellan stängerna bör vara något mindre än bollens diameter.



FIG. 4 Uppställning för det första försöket

Eleverna blir ombudda att släppa en liten boll från rampens högsta punkt, filma bollens rörelse och analysera den med ett videoanalysverktyg, till exempel Tracker^[2]. En utökad presentation av denna programvara finns i publikationen *iStage 1 – läromedel för IKT i naturvetenskap*^[3]. Ännu bättre är att använda en "snabb" kamera (120 bilder per sekund eller mer).

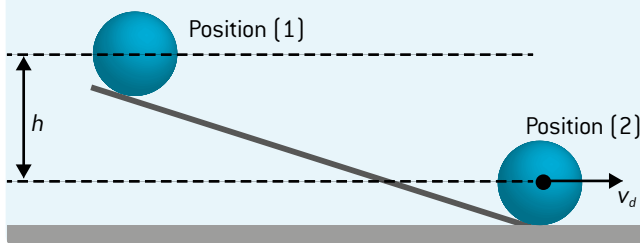
Den solida bollen (m, R) $I = \frac{2}{5}mR^2$ rullar utan att glida från position (1) till marken, dvs. position (2), och fortsätter sedan att rulla längs marken (FIG. 5).

Observera: Tröghetsmomentet för en boll som används i fotboll är närmare $\frac{2}{3}mR^2$.

I dessa försök används en solid boll.

När bollen rullar nedför rampen ändras dess hastighet v och vinkelhastighet ω enligt $v = R\omega$.

FIG. 5



Principen om energins bevarande är som följer:

$$mgh = \frac{1}{2}mv_d^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 = \dots = \frac{7}{10}mv_d^2.$$

\vec{v}_d är hastigheten hos bollen längst ner på rampen. Den translationella kinetiska energin är lika med $\frac{5}{10}mv_d^2$, och därför är den rotationella kinetiska energin lika med $\frac{2}{10}mv_d^2$.

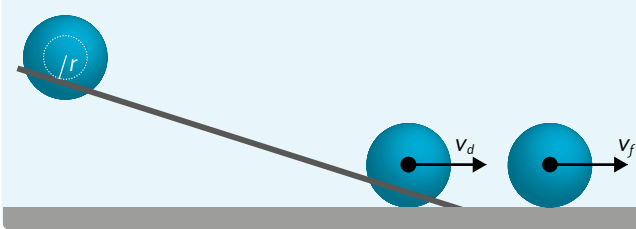
$$\text{Alltså: } \frac{E_{kin,rot}}{E_{kin,tr}} = \frac{2}{5}.$$

I det föreslagna försöket sker bollens rörelse på rampen enligt formeln $v = r\omega$, där r är avståndet mellan rotationsaxeln och de punkter på bollen som vidrör rampen.

Försöket ställs upp (FIG. 6) så att $r < R$. Följaktligen är kvoten $\frac{E_{kin,rot}}{E_{kin,tr}}$

större än $\frac{2}{5}$. Så snart bollen når marken kommer detta uttryck att bli $\frac{2}{5}$, så att den rullande rörelsen får en ny sammansättning där avståndet mellan rotationsaxeln och punkten där bollen vidrör marken är lika med R .

FIG. 6



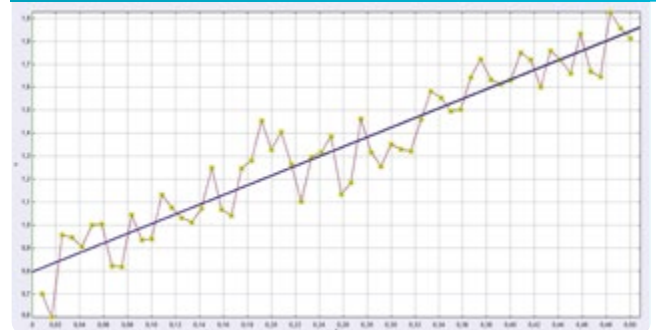
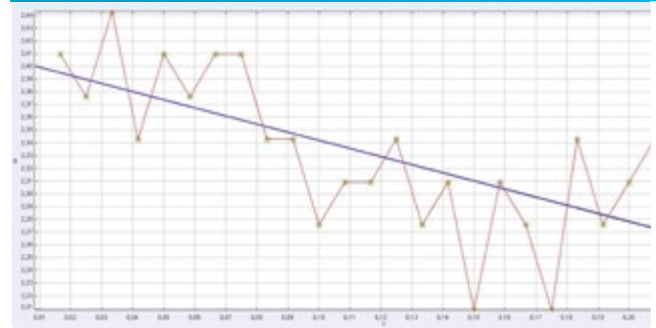
Detta är exakt vad som händer och, efter en mycket snabb övergång, kommer bollens hastighet att anta sitt slutliga värde, varvid hastigheten \vec{v}_f är större än hastigheten \vec{v}_d med vilken bollen träffar marken.

Eleverna kan även med blotta ögat se att bollen färdas snabbare på marken. De kan sedan analysera rörelsen och definiera hastigheterna \vec{v}_d och \vec{v}_f .

För att göra det måste de ta hänsyn till den rotationella kinetiska energin eller rotationsrörelseenergin. Annars finns det ingen förklaring vad gäller energiprincipen (lagen om energins bevarande). Den som är medveten om att en fast kropp kan ha både translations- och rotationsrörelseenergi kommer att förstå att en del av rotationsrörelseenergin har omvandlats till translationsrörelseenergi som en följd av friktionen mellan marken och bollen.

2 | 5 Material som behövs

Två 1 meter långa stänger, lämpliga stativ och kontakter, en liten boll, helst solid och tillverkad av hårdgummi. I ett typiskt skollaboratorium finns vanligen dessa material.

FIG. 7 Första delen av rörelsen, $v_d = 1,85$ m/sFIG. 8 Andra delen av rörelsen, $v_f = 2,4$ m/s

3 | VAD ELEVERNA GÖR

3 | 1 Första försöket: första uppsättningen aktiviteter

1. Ställ upp försöket.
2. Spela in en video [1].
3. Gå vidare med ett videoanalysverktyg, till exempel Tracker [2].
4. Definiera hastigheterna precis före och efter nedslaget på horisontalplanet (se FIG. 6 och 7).
5. Mät bollens radie och definiera dess hastighet när den börjar rulla längs marken (FIG. 9).
6. Mät bollens massa och definiera translationsrörelseenergin precis före $[E_{kin,tr(1)}]$ och precis efter $[E_{kin,tr(2)}]$ att bollen träffar horisontalplanet (FIG. 9).
7. Förklara förändringen i rörelseenergi.



FIG. 9 $\omega = 156 \text{ s}^{-1}$, $E_{c, \text{tr}(1)} = 2,46 \cdot 10^{-2} \text{ J}$, $E_{c, \text{tr}(2)} = 4,14 \cdot 10^{-2} \text{ J}$

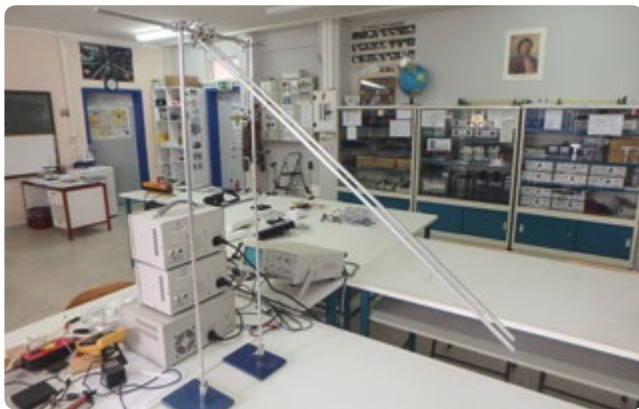


FIG. 10 Uppställning för det andra försöket

3 | 2 Andra försöket

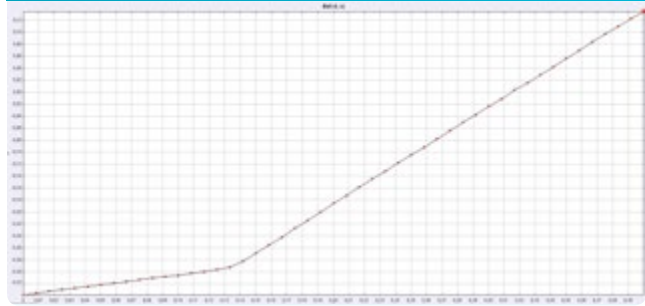
Eleverna ska ställa upp ett experiment liknande det första. Den här gången ska dock ändan av rampen placeras ca 0,6 meter ovanför horisontalplanet.

Eleverna ska låta bollen rulla och falla ned på ytan under. De ska filma rörelsen och analysera den med ett videoanalysverktyg, till exempel Tracker^[2]. I detta fall börjar den intressanta aspekten av rörelsen när bollen har lämnat rampen och har antagit en anmärkningsvärd rotation. I detta experiment kommer eleverna att fördjupa sig i områdena rörelse och energi.

Andra uppsättningen aktiviteter

1. Ställa upp försöket
2. Låt en boll rulla nedåt från rampens högsta punkt och filma rörelsen^[1].
3. Rita en kurva med x mot t och definiera den horisontella komponenten av bollens hastighet v_x när den faller och när den stiger. Förklara förändringen i v_x .

FIG. 11 Exempel på diagram som visar ändringen i hastighet



4. Mät bollens massa och beräkna hur mycket av bollens $E_{kin, \text{rot}}$ som omvandlas till $E_{kin, \text{tr}}$. Definiera även hastigheten hos bollen precis före och efter att den studsar.

$$v_{\text{fall, slut}} = 2,55 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad E_{kin, \text{tr}(1)} = 4,67 \cdot 10^{-2} \text{ J} \quad (\text{FIG. 12}) \quad \text{och}$$

$$v_{\text{stig, start}} = 2,76 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad E_{kin, \text{tr}(2)} = 5,47 \cdot 10^{-2} \text{ J} \quad (\text{FIG. 13})$$

$$\Delta E_{kin, \text{tr}} = 0,8 \cdot 10^{-2} \text{ J} = -\Delta E_{kin, \text{rot}}$$

FIG. 12

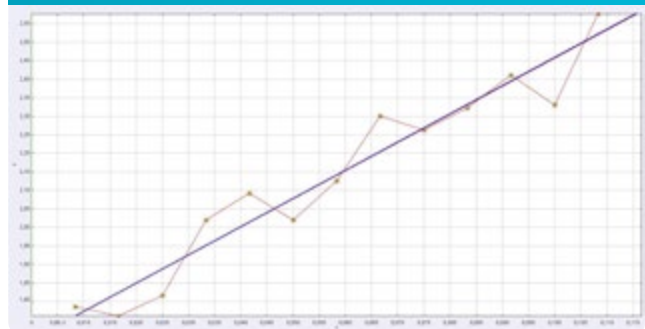
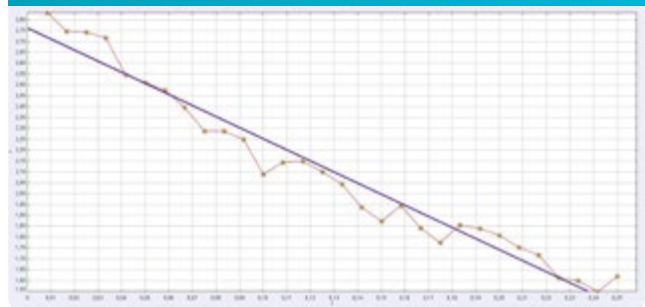


FIG. 13



5. Definiera ändringen $\overline{\Delta p}$ [$\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$] i rörelseenergi hos bollen under dess kontakt med marken.
 $\overline{\Delta p} = m \overline{\Delta v}$

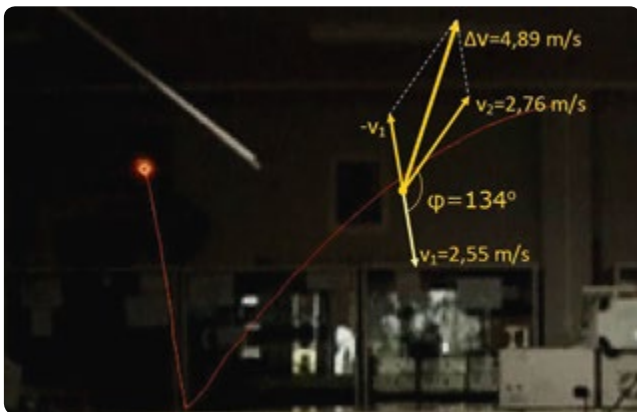


FIG. 14

\vec{v}_1 och \vec{v}_2 är hastigheterna precis före och precis efter studsen. Deras absoluta värden i det här specifika försöket är $2,55 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ respektive $2,76 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ med vinkeln $\varphi = 134^\circ$ mellan dem.

$\vec{\Delta v}$ är ändringen i hastighet. Dess absoluta värde beräknas till $4,89 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Vinkeln mellan \vec{v}_2 och $\vec{\Delta v}$ beräknas till 24° .

Ändringen i rörelsemängd beräknas med formeln $\vec{\Delta p} = m \vec{\Delta v}$.

Dess riktning är samma som riktningen hos $\vec{\Delta v}$ och dess absoluta värde är $7 \cdot 10^{-2} \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

- Betrakta den andra delen av rörelsen som om bollen hade kastats från marknivån. Definiera de initiala storheter som kännetecknar detta kast och beräkna den maximala höjden och längden av kastet. Jämför de beräknade värdena med motsvarande värden från Tracker. Förklara eventuella skillnader mellan dataanalysen och de teoretiska värdena.

4 | SLUTSATS

Eleverna ska observera förändringar i en bolls rörelse och energi och relatera dessa ändringar till kraften – särskilt dess horisontella komponent – som verkar mellan bollen och underlaget, samt vridmomentet för denna kraft. Samtidigt ska de dra slutsatsen att rörelseenergin hos en fast kropp består av två storheter (translations- och rotationsrörelseenergi). Slutligen kan de också göra sig av med vissa förutfattade meningar som kan härröra från det faktum att vi vanligen arbetar med en punktmassmodell när vi lär ut mekanik.

5 | ALTERNATIV FÖR SAMARBETE

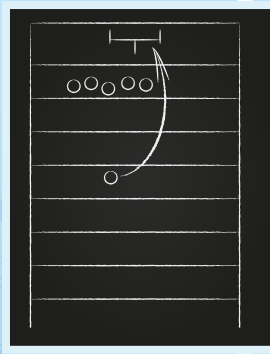
Elever i olika skolor, inte nödvändigtvis i samma land, kan kommunicera med varandra och utbyta videoklipp, främst när det gäller den första aktiviteten. Vi antar att de kommer att komma fram till samma slutsatser som de sedan kan diskutera vid en telekonferens.

Slutligen kan de träffas och genomföra en rad aktiviteter, till exempel:

- Gå ut och ställa upp en videokamera. Spela in en video av en boll som faller på marken och titta på data för bollens rörelse under dess kollision med marken.
- Analysera denna rörelse.
- Dra slutsatser om egenskaperna hos friktionen under kollisionen mellan bollen och marken.
- Definiera hastigheten hos bollen före och efter kollisionen med marken, mät bollens massa och beräkna translationsrörelseenergin.
- Be en skicklig fotbollsspelare i klassen att sparka en boll med olika tekniker, spela in videoklipp och beskriv resultaten när bollen träffar marken.
- Ge ett definitivt svar på den viktiga frågan om varför målvakter har det svårare när bollen studsar på marken framför dem.
- När de andra aktiviteterna har slutförts, spela en fotbollsmatch tillägnad vetenskapen. Självklart kommer en sådan match att innebära en win-win-situation för båda sidor, oavsett det faktiska resultatet!

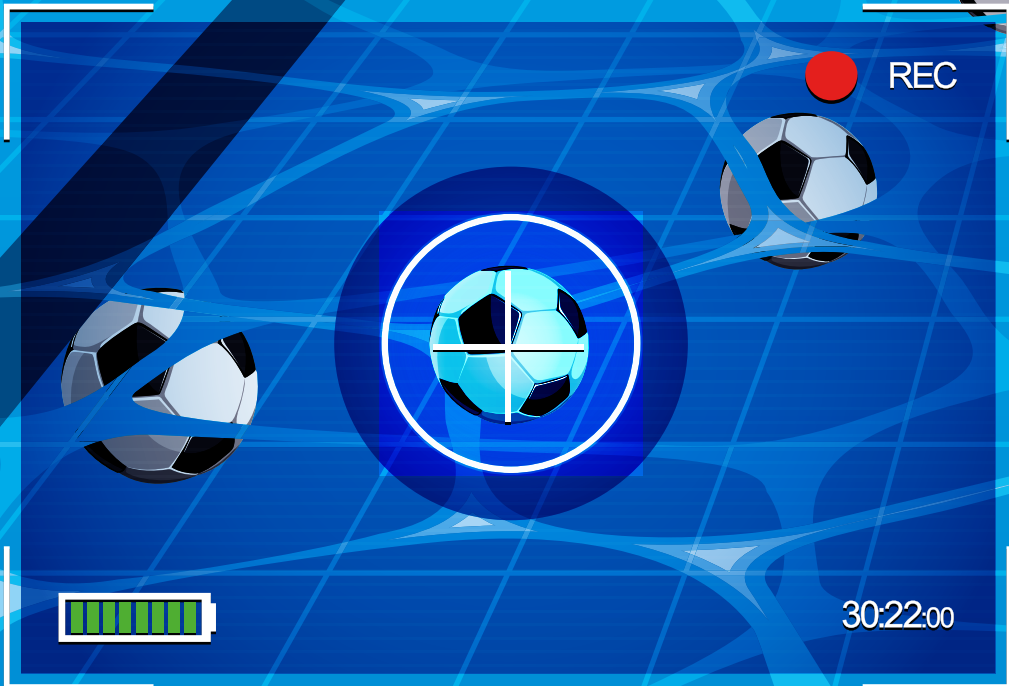
RESURSER

- ^[1] www.science-on-stage.de/iStage3_materials
- ^[2] www.physlets.org/tracker
- ^[3] www.science-on-stage.de/iStage1-download



ANDERS FLORÉN · PHILIPPE JEANJACQUOT · DIONYSIS KONSTANTINOU · ANDREAS MEIER · CORINA TOMA · ZBIGNIEW TRZMIEL

SKRUVAD FYSIK



Magnuseffekten, fluiddynamik

fysik, matematik

16–19 år

1 | SAMMANFATTNING

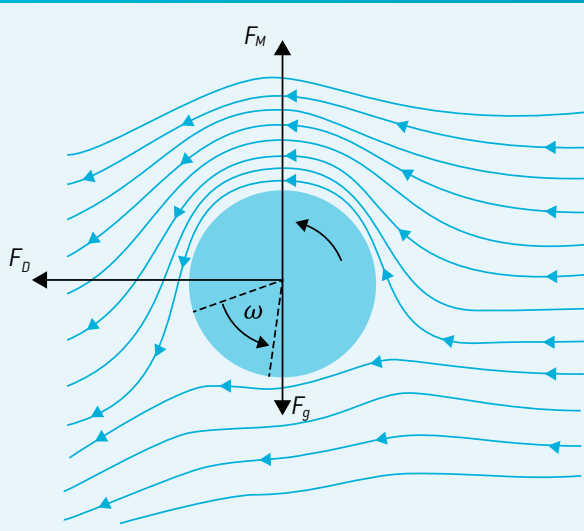
En roterande boll som rör sig genom luften kommer att böja av på grund av Magnuseffekten, en kraft som verkar vinkelrätt mot bollens riktning och rotationsaxel. Här presenterar vi några praktiska experiment, simuleringar och metoder för att beräkna bollens bana.

2 | PRESENTATION AV VIKTIGA BEGREPP

I juni 1997 gjorde Roberto Carlos ett berömt mål med en 35 m frispark som fortfarande förbryllar åskådaren.^[1] Hur kan bollen bete sig på detta sätt, först färdas i en riktning och sedan magiskt böja av mot målet? Svaret är att bollen snurrar i luften och utsätts för Magnuskraften. Om du vill se en introduktion till frisparkar av mästaren Roberto själv rekommenderar vi varmt hans video på UEFA:s hemsida Training Ground.^[2] Om du vill ha en introduktion till Magnuskraften kan du fortsätta läsa.

För att analysera banan för en boll måste vi beakta tre krafter som verkar på bollen: gravitationen F_g , Magnuskraften F_M och motståndskraften F_D .

FIG. 1 Krafter^[3]



Tyngdkraften ges helt enkelt av Newtons andra lag, $F_g = mg$, där m bollens massa och g är tyngdaccelerationen.

Magnuskraften F_M uppträder på grund av skillnader i tryck vid bollens motstående sidor. Ändringarna i tryck kan beskrivas med Bernoulliprincipen. För en punkt som rör sig genom ett medium med hastigheten v är det totala trycket p lika med det omgivande statiska trycket p_0 plus det dynamiska trycket q (EKV. 1), där ρ är mediets densitet, i vårt fall densiteten hos luft. Men när en boll eller cylinder med radien R roterar (med vinkelhastigheten ω i radianer per sekund), utsätts en punkt på ytan

av ena sidan av bollen för ett högre luftflöde ($v + \omega R$) än motsvarande punkt på den andra sidan ($v - \omega R$). Därigenom kan vi härleda tryckskillnaden $\Delta p = 2\rho\omega vR$ från EKV. 1.

$$p = q + p_0 = \frac{\rho v^2}{2} + p_0 \quad (\text{EKV. 1})$$

$$\begin{aligned} \Delta p &= \left(\frac{\rho v_2^2}{2} + p_0 \right) - \left(\frac{\rho v_1^2}{2} + p_0 \right) \\ &= \frac{\rho [(v + \omega R)^2 - (v - \omega R)^2]}{2} = 2\rho\omega vR \end{aligned}$$

$$F_M = \Delta p A = (2\rho\omega vR)A$$

$$\text{För en cylinder: } F_M = 4\rho\omega vR^2h. \quad (\text{EKV. 2})$$

$$\text{För en sfär: } F_M = 2\rho\omega v\pi R^3. \quad (\text{EKV. 3})$$

Trycket som verkar på ytan utgör F_M . Utan att gå alltför djupt in i matematiken bakom behöver vi bara betrakta de krafter som verkar vinkelrätt mot fluidflödet. Alla krafter som verkar i en annan riktning än vinkelrätt mot flödet kommer att upphävas av en annan motstående kraft på grund av symmetri. Därför betraktar vi bara föremålets effektiva tvärsnittsarea A . För en boll är A helt enkelt en cirkel med radien R (används i EKV. 3). För en cylinder är A en rektangel med höjden $2R$ och bredden h (används i EKV. 2). Beträffande vektorer är \vec{F}_M proportionell mot vektorprodukten av riktningshastigheten och vinkelhastigheten.

Slutligen måste vi bestämma motståndskraften F_D . Motstånd är komplicerat eftersom luftflödet kan vara laminärt eller turbulent, till stor del beroende på föremålets form och egenskaperna hos fluiden som föremålet rör sig i. För våra försök räcker det att anta att flödet är laminärt (som i FIG. 1) och använda den vanliga motståndskraftsekvationen där kraften har motsatt riktning gentemot v och är proportionell mot hastigheten: $F_D = \beta v$. β är en konstant som beror på egenskaperna hos fluiden mätten hos föremålet. För en fotboll i luft är $\beta = 0,142 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$.^[4]

3 | VAD ELEVERNA GÖR

Här presenterar vi tre olika alternativ för att demonstrera Magnuseffekten. Alla dessa experiment kan utföras som enkla demonstrationer, men du kan också filma experimenten och använda våra modeller för att analysera banorna. I så fall bör du använda en stationär kamera placerad på samma höjd som föremålen och vinkelrätt mot banan, samt minst några meter bort för att minimera vinkeldistorsion. Filmen kan sedan analyseras med ett rörelseanalysprogram. Vi rekommenderar Tracker^[5]. Detaljerade anvisningar om hur du använder Tracker finns i vår första iStage-bok^[6]. Det finns en utmärkt app, VidAnalysis^[7], som registrerar banan och utför analysen direkt på en Androidenhet (FIG. 2C). Registrerade data kan också exporteras för ytterligare analys. Här använder vi gratisprogramvaran GeoGebra^[8].



FIG. 2 Cylinder och lutande plan

3|1 Försök med cylindrar

Tillverka olika cylindrar av A4- eller A3-papper och lim. Ställ upp ett lutande plan och låt cylindrarna rulla nedför planet för att åstadkomma ett fritt fall med rotation (FIG. 2A).

Eleverna kan undersöka vad som händer om de ändrar lutningen på planet eller cylindrens radie eller höjd. Eleverna kan experimentellt bestämma vilka parametrar som synbarligen ger en större effekt och korrelera dem till EKV. 2, eller så kan de gå vidare genom att extrahera data och utföra dataanalys (modell II) enligt beskrivningen längre fram.

Magnuseffekten i vatten (FIG. 3) är ännu mer imponerande tack vare den högre densiteten hos mediet. Cylindern måste ha en

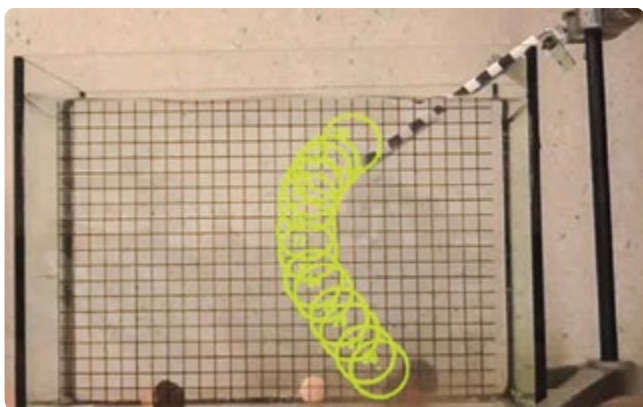


FIG. 3 Magnuseffekten i vatten

högre densitet än vatten och en grov yta för att öka friktionen. Vi använde en fast teflonstav med kardborrband fastlimmat på ytan. För att justera cylindrens vikt kan du limma fast mynt i ändarna på cylindern.

En ännu mer spektakulär men svårare uppställning är att limma eller tejpa ihop bottenarna på två frigolitmuggar så att du får en cylinder med en midja på mitten.^[9] Rulla ett snöre runt midjan och släpp cylindern i luften genom att rycka i snöret (FIG. 4). Det finns också en länk till en film på vår GeoGebra-sida^[10]. Det kräver lite övning, men resultatet är spektakulärt. Experimentet är inte lika reproducerbart som de andra cylinderexperimenten eftersom banan beror på vinkeln och hur hårt du rycker i snöret. De lyckade banorna kan dock ändå analyseras var för sig. I FIG. 4 går de flygande muggarna in i en cirkulär rörelse. Om Magnuseffekten är avsevärt större än tyngdkraften uppträder F_M som en centripetalkraft. Detta användbara antagande kommer att användas senare under dataanalysen.

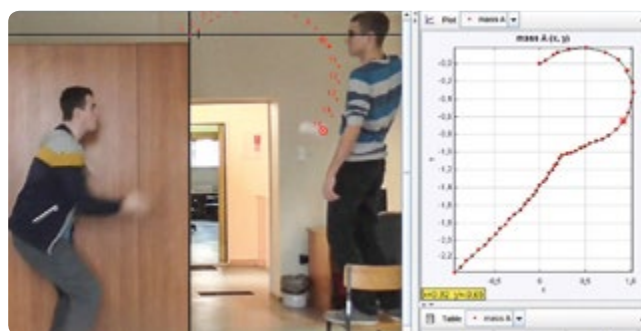


FIG. 4 Flygande muggar

3|2 Dataanalys

Vi har utvecklat olika matematiska modeller för att analysera banorna. Dessa modeller finns på internet, på vår GeoGebra-sida för iStage 3^[10]. Vi rekommenderar starkt att du tittar på dem innan du fortsätter läsa denna text. De körs direkt i din webbläsare, du klickar bara på länken.

I alla beräkningar har vi antagit att rotationen är konstant under flykten i luften. Vi gör sedan två förenklade modeller baserade på olika antaganden:

Modell I: Som i den frågeteckenformade banan med de flygande pappersmuggarna (FIG. 4) kommer F_M att uppträda som en centripetalkraft och föremålets beräknade bana kommer att vara en cirkel med radien r . Detta antagande är också rimligt i en straffsparkssituation där den bollens totala hastighet förblir ungefär densamma. En del av energin går förlorad på grund av turbulens. Därför behöver vi införa en konstant C_s för att beskriva denna förlust.

Då har vi följande:

$$F_M = C_s 2\rho\omega vRA = \frac{mv^2}{r}.$$

$$\text{För en sfär: } r = \frac{mv}{2C_s \pi \rho \omega R^3}. \quad (\text{EKV. 4})$$

$$\text{För en cylinder: } r = \frac{mv}{4C_s \rho \omega h R^2}. \quad (\text{EKV. 5})$$

Du kan se spåret från **FIG. 4** i vår GeoGebra-modell [flygande muggar] samt ändra cirkelns centrum och C_s . Prova olika parametrar för att få den bästa kurvanpassningen. Modellen kommer att beräkna r från **EKV. 5**. För våra data fås den bästa anpassningen med $C_s = 0,86$.

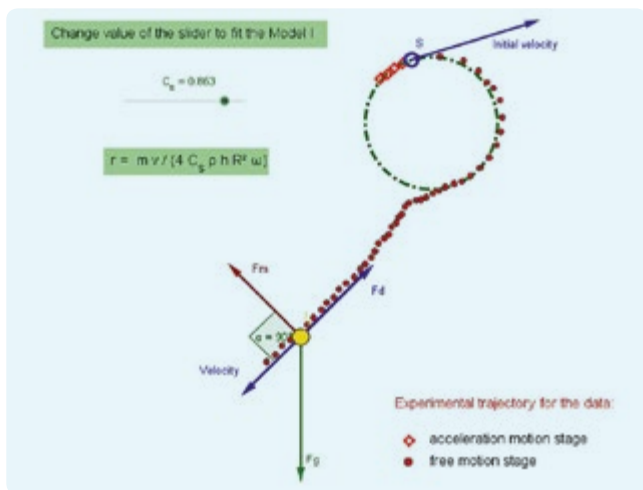


FIG. 5 Analys av flygande muggar

Modell II: För att förenkla beräkningarna för försöket med papperscylindern (**FIG. 2**) kan eleverna anta att Magnuseffekten huvudsakligen drar vinkelrätt mot rörelsens initiala riktning och att cylindrarna har uppnått maximal hastighet när de faller. Med dessa antagande tar F_D och F_g ut varandra och Magnuseffekten

kan betraktas som acceleration a i y -riktningen så att den beräknade banan blir en parabol:

$$y = \frac{a}{2v^2} x^2 \Rightarrow y = C_s \frac{\rho \omega R A}{mv} x^2.$$

$$\text{För en sfär: } y = C_s \frac{\pi \rho \omega R^3}{mv} x^2. \quad (\text{EKV. 6})$$

$$\text{För en cylinder: } y = C_s \frac{2 \rho \omega h R^2}{mv} x^2. \quad (\text{EKV. 7})$$

Detta är en förenkling, men den ger oss ett liknande värde för C_s som i vår andra modell.

På vår GeoGebra-sida (**FIG. 6**) har vi iscensatt ett återskapande av Roberto Carlos berömda frispark. Du kan ändra nästan alla parametrar för att ändra uppställningen (avstånd, vinkel, målburens storlek, C_s , hastighet, rotation, fyrmannamurens position osv.). Analysen visar den beräknade banan för modell I och II, denna gång med hjälp av **EKV. 4** och **EKV. 6** eftersom vi betraktar en boll i stället för en cylinder. Utmana dina elever att hitta de bästa värdena för en given uppställning, eller be dem hitta de villkor där modellerna ger olika banor och be dem förklara varför. (Du kommer att se att modellerna skiljer sig när bollen får en mycket låg hastighet och en kraftig rotation).

3 | 3 Simuleringar

2D-simulering: Efter några praktiska försök kan eleverna simulera Magnuseffekten. Ladda ner Java-programmet [11]. I denna simulering kan eleverna modifiera den initiala hastigheten, vinkeln, motståndskoefficienten och vinkelfrekvensen. Rotationsriktningen och krafterna som verkar på bollen visas i **FIG. 1**. I **FIG. 7** visar vi tre exempel på banor vid 30° med frekvensen 0, 5 respektive $10 \frac{\text{rev}}{\text{s}}$. Du kan se att värdena på x_{\max} och y_{\max} ökar om frekvensen ökar.

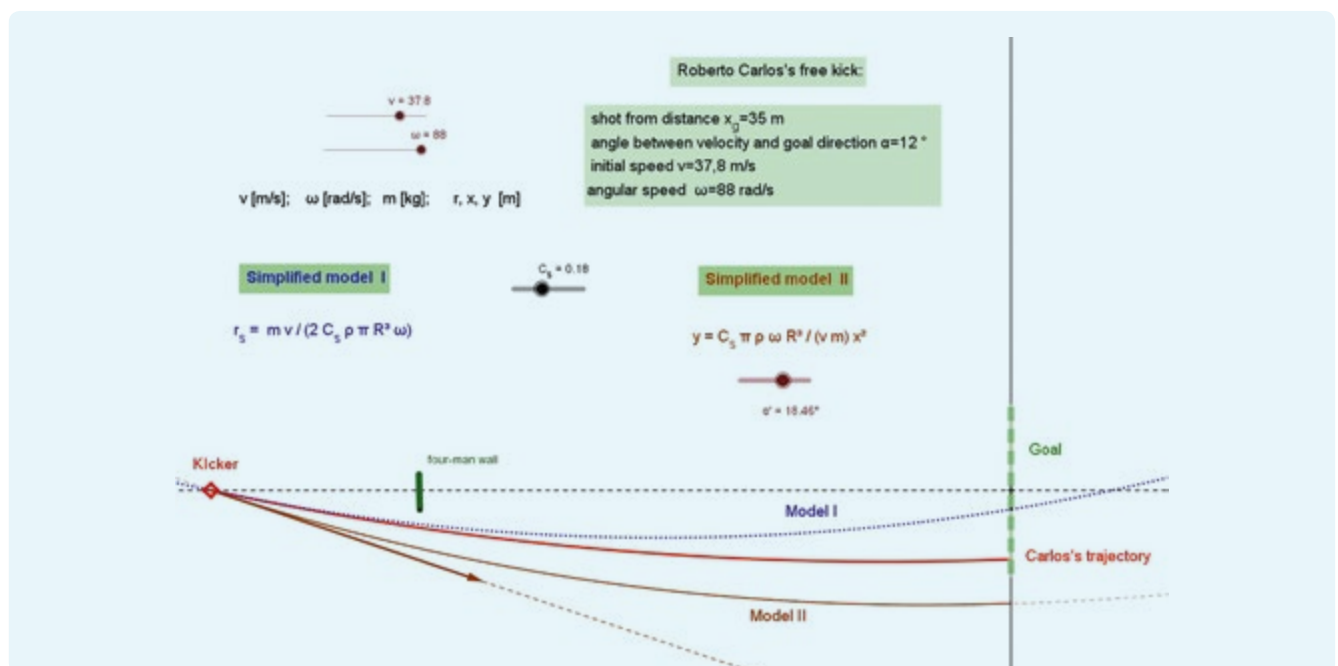


FIG. 6 Analys av frispark

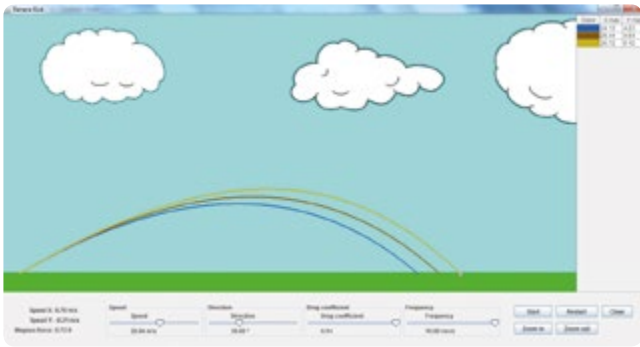


FIG. 7 2D-simulering

3D-simulering: Här har vi på nytt återskapat banan för Roberto Carlos frispark (FIG. 8). Nu kan du prova själv genom att ladda ner respektive Javaprogram [11]. Senare kan du prova en annan version [11] utan spark, men genom att fritt ändra parametrarna för att se vilken effekt de har på banan.

I 3D blir saker och ting snabbt mer komplexa. I den tvådimensionella modellen kan bollen bara ha överskruv eller underskruv, vilket betyder att banan och Magnuskraften bara verkar i samma plan. I den tredimensionella modellen kommer Magnus-effekten att böja bollens bana, men vinkelrörelsemängden kommer alltid att bevaras eftersom bollen beter sig som ett gyroskop. Därför kommer vinkeln mellan v och ω alltid att vara olika vid olika punkter längs banan, vilket gör att bollen får en mer komplex bana. Till skillnad från GeoGebra-beräkningarna gör detta program helt enkelt en numerisk beräkning av alla krafter i varje bildruta baserat på värdena i den föregående bildrutan.

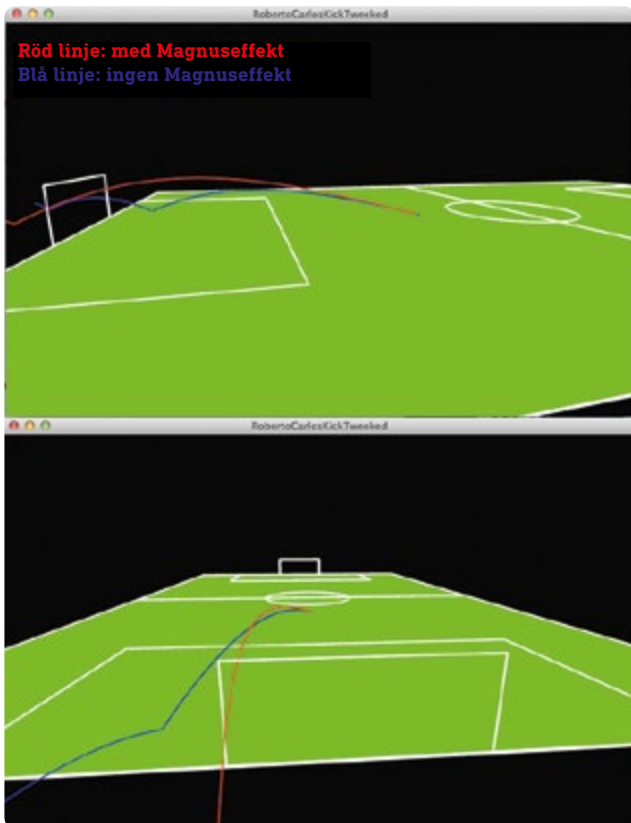


FIG. 8 3D-simulering

Programmet är skrivet i Processing [12] som är en förenklad version av Java.

4 | SLUTSATS

Bollens bana på en fotbollsplan är komplex och beror på en hel rad olika faktorer. För att studera detta i klassrummet måste eleverna dela upp det i hanterbara komponenter med hjälp av modeller och förenklingar. Dessa experiment, modeller och simuleringar ger en inblick i vad vi kan sluta oss till genom att arbeta med en vetenskaplig metod: Om vi antar att matchen spelas under vatten eller att fotbollen kan bytas ut mot två pappersmuggar kommer vi mycket nära förklaringen till hur Roberto Carlos lyckas skruva bollen.

5 | ALTERNATIV FÖR SAMARBETE

På vår GeoGebra-plattform för iStage 3 [10] finns information om hur du skaffar en kopia av våra GeoGebra-filer och hur du använder dem. Vi föreslår en utmaning: Åstadkom största möjliga Magnus-effekt för försöket med de flygande pappersmuggarna. Det motsvarar att hitta det högsta värdet för C_s , så nära 1 som möjligt. Du kan dela med dig av analys, resultat och modeller [11].

REFERENSER:

- [1] www.theguardian.com/football/2015/may/18/roberto-carloss-free-kick-against-france-recreated-sensible-soccer-style (08/03/2016)
- [2] www.uefa.com/trainingground/skills/video/videoId/%3D761187.html (08/03/2016)
- [3] Ursprungsbilden för FIG. 1 erhöles från https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Magnus_effect.svg (08/03/2016)
- [4] The Science of Soccer; John Wesson. CRC press, 2002. ISBN 978-0750308137
- [5] www.physlets.org/tracker
- [6] iStage: Teaching Materials for ICT in Natural Sciences, avsnittet "From Bicycle to Space", sida 45–52, www.science-on-stage.de/iStage1_downloads
- [7] VidAnalysis-appen <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.vidanalysis.free&hl=en> (2016-03-08)
- [8] www.geogebra.org/
- [9] Ett liknande försök har beskrivits av Laura Howes (Science in School, nummer 35, 2016, www.scienceinschool.org/content/sports-spin).
- [10] www.geogebra.org/science+on+stage
- [11] www.science-on-stage.de/iStage3_materials
- [12] <https://processing.org>

STORDATA (BIG DATA)

Under de senaste åren har uttrycket "big data" eller "stordata" har blivit ett begrepp i datorvärlden. Begreppet stordata syftar på analys av extremt stora datamängder som inte kan hanteras med traditionella metoder för utvärdering. Stora programvaruföretag erbjuder hantering och lösningar för analys av dessa stora databaser som oftast är automatiskt genererade.

Även fotbollsområdet genererar stora mängder data. Alla matcher i toppligorna filmas av ett antal kameror från olika vinklar och positioner. På så sätt kan de enskilda spelarnas spel och deras interaktion med andra spelare automatiskt utvärderas och betygsättas. Användningen av många kameror och de data som produceras gör att tv-reportrar och kommentatorer kan ta fram och analysera statistik om enskilda spelarnas bollinnehav, prestanda och uthållighet (till exempel den sammanlagda sträckan de har sprungit). Däremot ska det erkännas att tränarna inte gärna erbjuder utomstående några insikter om hur de använder dessa data/denna information för att utveckla strategi och taktik.

I "Datamatch" lär sig eleverna att samla in data om positionen för en enskild spelare under en match. De gör detta med hjälp av en smarttelefon som kontinuerligt skickar spelarens GPS-information. De lär sig att skriva ett sådant program för sina smarttelefoner.

Undervisningsenheten "Straffläggning" som har tagits fram av stordatateamet handlar om den straffläggning som äger rum när en match slutar oavgjort efter ordinarie tid och tilläggstid. Har det till exempel någon betydelse i vilken ordning spelarna lägger sina straffsparkar? Bör de bättre spelarna lägga sina straffar först, eller bör de svagare börja? Vi har utvecklat en programvara som eleverna kan använda för att testa olika hypoteser och varianter.

Hundratals miljoner euro satsas på fotbollen. Våra författare till avsnittet "Målbörsen" har dock kommit till slutsatsen att förut-



sägelser av matchresultat som baseras på tidigare resultat är otillförlitliga och oanvändbara. Å andra sidan har vi observerat att den stora mängd information om fotbollsmatcher som finns på internet kan vara ett utmärkt material för att hjälpa eleverna att lära sig arbeta med kalkylblad. Genom att applicera metoder för sannolikhetskalkyl på denna information kan de undersöka de många frågor som uppstår. Dock bör eleverna vara medvetna om att de inte under några omständigheter bör ge sig in i vadhållningsvärlden för att göra ekonomiska vinster.

BERNARD SCHRIEK (PENSIONERAD)

Marien-Gymnasium

Werl, Tyskland

Samordnare

PERE COMPTE · STEPHEN KIMBROUGH · MAEVE LISTON · MARCO NICOLINI

DATAMATCH



teknik (apputvecklare, dweet.io, freeboard.io, programmering, big data, stordata)

Informations- och kommunikationsteknik

Detta projekt rekommenderas för elever äldre än 15 år.

1 | SAMMANFATTNING

Sedan 2015 godkänner FIFA användning av spårningssystem för officiella matcher, dvs. datainsamlade spårningsanordningar för alla spelare på planen. Utanför planen kan dessa data sedan undersökas och analyseras för att informera ledare, tränare och spelare om spelarnas prestationer.

Systemen ger data i realtid och används även under träning och för att testa fysisk förmåga. De bärbara anordningarna (till exempel i form av klockor eller chip i spelarens kläder) samlar in så stora mängder data att de kan betecknas som stordata.

Denna enhet hjälper eleverna att skicka stora datamängder i realtid via mobila enheter.

2 | PRESENTATION AV VIKTIGA BEGREPP

Insamlingen av GPS-data i realtid på fotbollsplanen med hjälp av minnesteknik blir allt viktigare i utvecklingen av spelarnas prestationer, vid träningsplaneringen, för skadeförebyggande och vid utvecklingen av taktiktaflor.

I en enda fotbollsmatch kan cirka 1,5 miljoner spelarpositioner fångas upp av kameror och sensorer. Dessa GPS-data kan användas för att mäta och beräkna en spelares hastighet (tempo), acceleration och riktningssändringar.

Analysen av dessa data kan också informera tränarna om när en spelare kan återvända till planen efter skada eller när en spelare

löper hög risk att skadas. Andra exempel på typer av data som kan samlas in omedelbart med hjälp av sensorer i spelarnas tröjor är kroppstemperatur (utveckling av värmekartor på planen), puls, syresättning och mjölktsyraconcentrationen i blodet.

För att lagra, bearbeta, analysera och visualisera så stora mängder data på ett bekvämt och effektivt sätt krävs olika programvaror.

3 | VAD ELEVERNA GÖR

Denna enhet hjälper eleverna att skicka stora datamängder i realtid med sina smarttelefoner. Eleverna kommer att bli apputvecklare samt designa och ta fram sina egna applikationer med hjälp av programmet App Inventor^[1]. Realtidsdata samlas in via denna app och skickas sedan till en webbplats för datadelning (dweet.io) som i sin tur är länkad till en webbplats för skärm-mappning (freeboard.io). Alla ovannämnda program är kostnadsfria och kan köras i molnet. Studenterna kommer att lära sig att publicera data som de har samlat in och dela dem i molnet.

3 | 1 App Inventor

MIT App Inventor är ett innovativt och lättanvänt program för att skapa och utveckla appar. Det är mycket lämpligt för nybörjarprogrammeraren och mycket elevvänligt. Observera att du måste skapa ett konto innan du använder App Inventor.

Här är en steg för steg-guide som förklarar hur man utvecklar en fotbollssapp för att samla in GPS-data i realtid från dina elever när de är på fotbollsplanen (FIG. 1).

3 | 1 | 1 Skärmdesign i App Inventor

Öppna App Inventor, klicka på *new project* och ange namnet på ditt nya projekt, till exempel *Send Data Player*. Du kommer då att automatiskt bli omdirigerad till designeravsnittet.

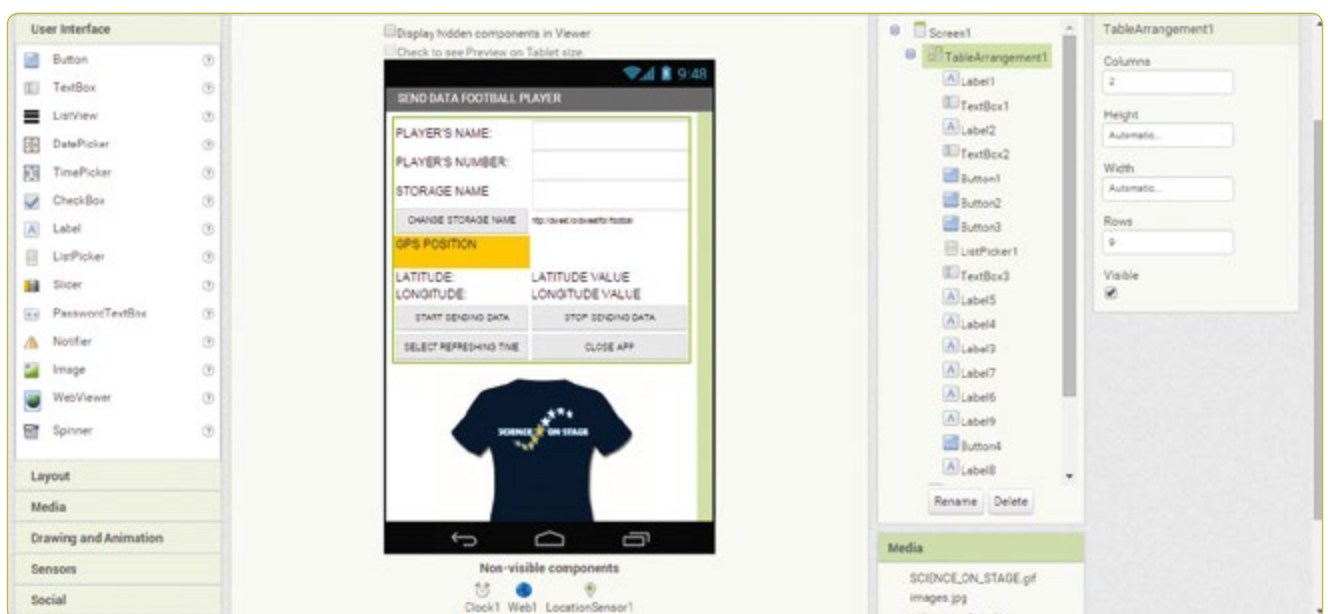


FIG. 1 Skärmdump från App Inventor

På höger sida av skärmen finns en lista med skärmegenskaper som du kan använda för att utforma skärminnehållet.

Appen som visas i **FIG. 1** konstruerades med följande steg:

- **Screen1.** AlignHorizontal: CENTER; AppName: SEND DATA PLAYER; Icon: SCIENCE_ON_STAGE.GIF; Title: SEND DATA FOOTBALL PLAYER
- **TableArrangement1.** Columns: 2; Rows: 9
- **Label1.** Text: PLAYER'S NAME:
- **Label2.** Text: PLAYER'S NUMBER:
- **TextBox1.** Hint: Introduce your name
- **TextBox2.** Hint: Introduce your number; NumbersOnly
- **TextBox3.** Hint: Introduce your storage name
- **Label3.** BackgroundColor: Orange; Text: GPS POSITION (see FIG. 2)
- **Label4.** Text: LATITUDE:
- **Label5.** Text: LONGITUDE:
- **Label6.** Text: LATITUDE VALUE:
- **Label7.** Text: LONGITUDE VALUE:
- **Label8.** FontSize:9; Text:http://dweet.io/dweet/for/football
- **Button1.** FontSize:11; Text: START SENDING DATA
- **Button2.** FontSize:11; Text: STOP SENDING DATA
- **Button3.** FontSize:11; Text: CLOSE APP
- **Button4.** FontSize:11; Text: STORAGE NAME
- **Label9.** Text: STORAGE NAME:
- **ListPicker1.** FontSize:11; Text: SELECT REFRESHING TIME (SECONDS)

- **Image1.** Picture: SCIENCE_ON_STAGE.GIF
- **Clock1.** TimerEnabled: NO; Timer Interval: 5000 (var 5:e sekund)
- **Web1.** URL: http://dweet.io/dweet/for/saken (till exempel http://dweet.io/dweet/for/fotboll, där "saken" i detta fall är "fotboll", men du kan välja det namn som klassen föredrar)
- **LocationSensor1.** Time Interval: 1000 (varje sekund)

3 | 1 | 2 Blockprogrammering i App Inventor

Klicka på fliken *Blocks* i menyfältet (**FIG. 1**).

Klicka på *Button1* för att aktivera dataöverföringsklockan och hindra (avaktivera) ändringar av spelarens namn och nummer.

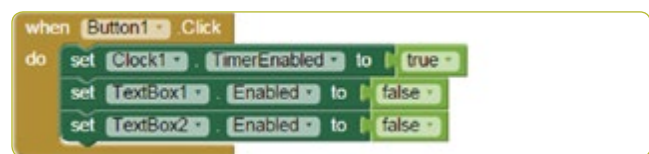


FIG. 3

Klicka på *Button2* för att avaktivera dataöverföringsklockan och tillåta (aktivera) ändringar av spelarens namn och nummer.

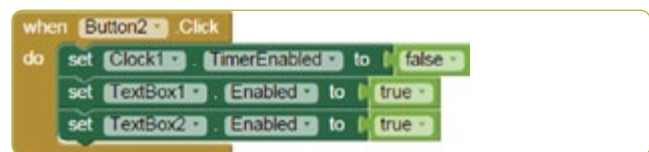


FIG. 4



FIG. 2 Komponenter i Tabellplacering1

Klicka på *Button3* för att stänga appen.

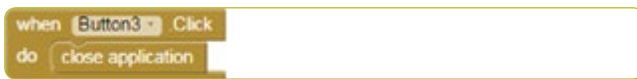


FIG. 5

Klicka på *Button4* för att ändra URL:en för filen som du vill ladda upp data till på dweet.io.



FIG. 6

När GPS-sensorn detekterar en ändring i latitud eller longitud registreras de nya värdena i *Label6* och *Label7*.

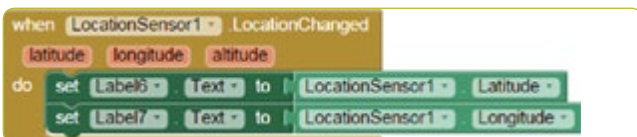


FIG. 7

Registrerade data, spelarens namn och nummer samt latitud och longitud för hans eller hennes position skickas med jämna mellanrum (standardinställningen är var femte sekund) (FIG. 8).

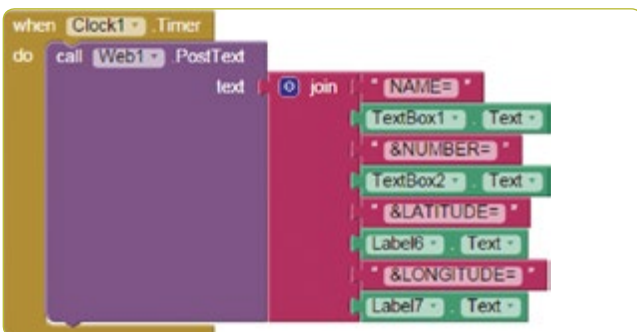


FIG. 8

På fliken *ListPicker1* kan du välja uppdateringsintervall mellan 1 sekund till 20 sekunder (FIG. 9).

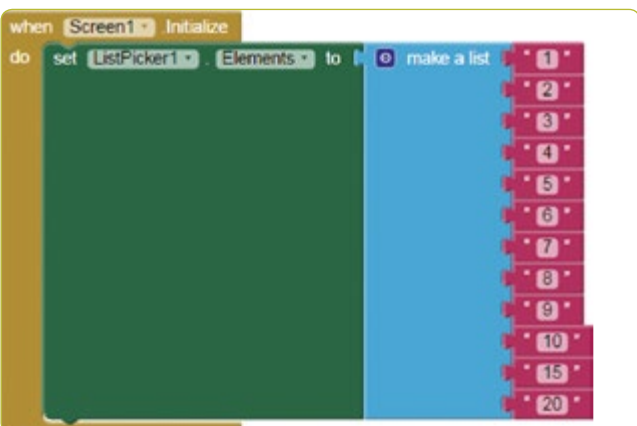


FIG. 9

Fältet *TimeInterval* anges i millisekunder. (FIG. 10)



FIG. 10

3 | 2 Datalagring på dweet.io

dweet.io är konstruerad för att publicera data från sensorer (FIG. 11 och 12). Denna kallas populärt för *Internet of Things* (IoT) eller Sakernas internet eftersom dweet.io tilldelar varje sak en unik URL.

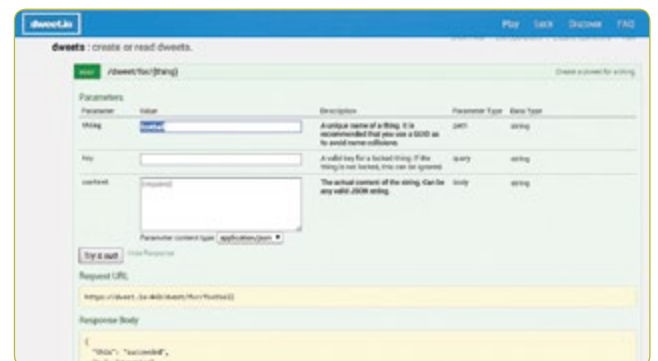


FIG. 11

- Välj *PLAY*.
- Klicka på *POST*.
- Skriv in det lagringsnamn du önskar i fältet *thing*. Lagringsnamnet i appen har ställts in på *football* i exemplet som visas i denna resurs. Därför måste det kallas *football* även här i *dweet*.
- Klicka på *Try it out!*

Använda funktionen *GET*.

Visa lagrade data genom att gå till: `get/dweets/for/{thing}`, ange det valda *STORAGE NAME* (standardinställningen är *football*) och klicka på *Try it out*.

3 | 3 Visualisering av data på [freeboard.io](#)

Freeboard är ett open source-verktyg för övervakning i realtid för Sakernas internet.

- Klicka på *Start Now*.
- Ange ett namn och klicka på *Create New*.
- Klicka på *Add Datasources*.
- Klicka på *Select a Type* och välj *Dweet.io*.
- Ange ett namn i fältet "Name": *football*.
- Ange ett namn i fältet "Thing name": *football*.
- Klicka på *Save*.
- Klicka på *Add Pane*.
- Klicka på plustecknet (+).
- Klicka på *Select a type* och välj *Text*.
- Title: *Spelare*
- Klicka på + *Datasource* och välj *Fotboll* och *Namn*
- Klicka på *Save*
- Klicka på *Add Pane* och välj typen *Pointer*.

- Klicka på + *Datasource* och välj *Fotboll* och *Nummer*
- Klicka på *Save*
- Klicka på *Add Pane*.
- Klicka på plustecknet (+).
- Välj typen *Google Map*.
- Klicka på + *Datasource* och välj "Fotboll" på raden "Latitud"
- Klicka på *Save*
- Klicka på *Add Pane*.
- Klicka på plustecknet (+).
- Välj typen *Google Map*.
- Klicka på + *Datasource* och välj "Fotboll" på raden "Longitud"
- Klicka på *Save* (FIG. 13)

4 | SLUTSATS

Denna undervisningsenhet uppmuntrar eleverna att utveckla sin egen applikation för att skicka data i realtid. Det ger möjlighet att samla in "verkliga data" på planen via en smarttelefon – ett verktyg som de flesta elever har i fickan.

Eleverna inser att en smarttelefon är allt som behövs för att samla in de data som krävs och för att samtidigt öka antalet parametrar att studera.

Det finns många alternativ för dataanalys. Eleverna kan till exempel rita upp och analysera positionerna för spelarna i ett helt lag på en fotbollsplan med hjälp av följande verktyg:

- Skapa en Excel-fil med latitud och longitud för alla spelare.
- Gå till [www.earthpoint.us](#) och välj *Excel to Google Earth*, välj din Excel-fil och klicka på *View on Google Earth*.

The screenshot shows the dweet.io API interface. At the top, there are navigation links: Play, Lock, Discover, and FAQ. Below that, there are options to Show/Hide, List Operations, Expand Operations, and Raw. The main content area is titled "dweets : create or read dweets." and lists three API endpoints:

- POST** /dweet/for/{thing} - Create a dweet for a thing.
- GET** /get/latest/dweet/for/{thing} - Read the latest dweet for a thing.
- GET** /get/dweets/for/{thing} - Read all of the saved dweets (up to last 500) for a thing.

Below the endpoints is a "Parameters" table:

Parameter	Value	Description	Parameter Type	Data Type
thing	football	A unique name of a thing.	path	string
key		A valid key for a locked thing. If the thing is not locked, this can be ignored.	query	string

There is a "Try it out!" button and a "Hide Response" link. Below that is the "Request URL" field containing `https://dweet.io:443/get/dweets/for/football`. At the bottom is the "Response Body" field containing a JSON object:

```
{
  "this": "succeeded",
  "by": "getting",
  "the": "dweets",
  "with": [
    {
      "thing": "football"
    }
  ]
}
```

FIG. 12

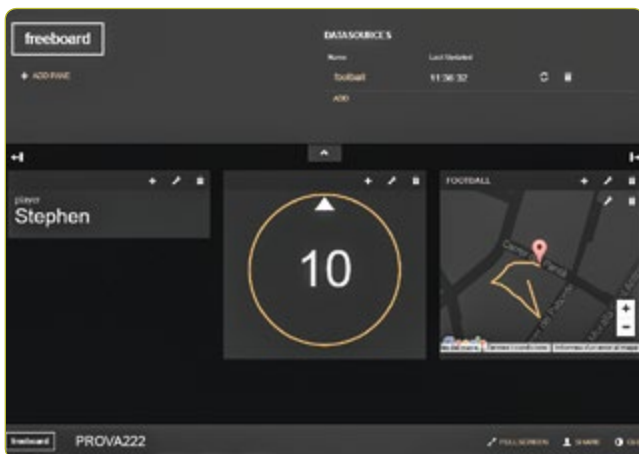


FIG. 13



FIG. 14 Elev med bröstlapp för registrering av data

- På Google Earth: Kontrollera att spelarnas positioner visas på platsen där fotbollsmatchen ägde rum.

Ytterligare aktiviteter

- Matchutveckling: Eleverna kan ordna filerna kronologiskt, titta på dem som på en film och analysera hur laget förflyttar och beter sig under en viss tidsperiod under en match.
- Area som täcks av laget: Efter att ha skapat en Google Earth-vy av lagets positioner kan eleverna använda hjälpmedlet *Polygon Area* från samma källa. Med hjälp av dessa enkla anvisningar kan eleverna beräkna arean som avgränsas av spelarnas positioner för att avgöra om de agerade som en spridd grupp eller ett enat lag.

5 | ALTERNATIV FÖR SAMARBETE

Eleverna kan organisera samarbetsprojekt mellan olika skolor. Exempelvis kan eleverna på en skola göra mätningar i realtid, medan eleverna på en annan skola analyserar dessa mätdata. Denna metod kan också användas för att studera andra sporter.

RESURSER


^[1] MIT App Inventor <http://ai2.appinventor.mit.edu/>

- <http://usuaris.tinet.cat/pcompte/football/> BIG DATA: Sending Data in Real Time
- www.realtracksystems.com/ WIMU Real track systems
- <http://go.sap.com/solution/industry/sports-entertainment/team-management/sports-one.html> SAP Sports One


STEPHEN KIMBROUGH · DAMJAN ŠTRUS

STRAFFLÄGGNING



 straffspark, kombinatorik, spelteori

 matematik, datavetenskap, fysik

 14–18 år

1 | SAMMANFATTNING

Detta projekt kräver att eleverna beräknar sannolikheten för en lyckad straffläggning med hänsyn till alla inre och yttre påverkansfaktorer (dvs. geometri, reaktionstid, val av sida).

Eleverna måste också hitta den perfekta uppställningen för ett straffsparksavgörande och ett ”rättvist” alternativ till det.

2 | PRESENTATION AV VIKTIGA BEGREPP

Straffsparksavgörandet infördes i FIFA:s VM-fotbollsregler på 1970-talet.

Det används om en match är oavgjord efter tilläggs tiden, dvs. den extra tid som läggs på en match om resultatet är jämnt efter ordinarie tid. Innan denna regel infördes avgjordes vinnarlaget genom slantsingling.

Straffsparksavgöranden är bland de mest spännande situationer som kan uppstå under en fotbollsmatch.

I denna enhet kommer vi att analysera hur man kan maximera utfallet för ett specifikt lag.

Enheten är uppdelad i två delar. I den första delen kan eleverna beräkna sannolikheten för att göra mål med ett enda skott. I den andra delen lär de sig hur straffläggningen kan optimeras.

3 | VAD ELEVERNA GÖR

3 | 1 Enstaka straffspark

För att ta reda på hur stor sannolikheten för mål är, måste vi dela upp straffsparken i två oberoende rörelser – målvaktens rörelser och straffläggarens rörelser.

Vi börjar med att tilldela sannolikheter till målvakten baserat på trigonometri.

Fotbollsmålet är en rektangel med bredden på 7,32 m och höjden 2,44 m. Vi antar att en genomsnittlig målvakt är omkring 2 m lång och har en armspännvidd på omkring 2 m. Eleverna kan jämföra arean som täcks av målvakten med fotbollsmålets area. Detta ger sannolikheten för att målvakten förhindrar målet.

En annan aspekt är målvaktens reaktionstid och hur lång tid det tar för honom eller henne att nå bollen.

Eleverna ska börja med att gissa vilka punkter det är bäst att rikta skottet mot. Svaret är: målets övre hörn. Sedan måste de använda trigonometri för att beräkna avståndet till dessa punkter. Tiden som bollen färdas kan beräknas ($t = \frac{s}{v}$) med antagandet att medelhastigheten hos bollen är 100 km/h.

Målvakten har den tiden på sig att reagera och hoppa mot rätt hörn.

Eleverna mäter sin egen reaktionstid med en linjal som släpps av en elev och fångas av en andra elev (se sida 30). Med hjälp av sträckan som linjalen har färdats kan reaktionstiden beräknas som:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

g : tyngdacceleration, $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

t : tid [s]

h : tillryggalagd sträcka [m]

Subtrahera denna reaktionstid för att bestämma den återstående tid som målvakten har för att ta sig till bollen. Den senare tiden har redan beräknats så att målvakten har en initial hastighet på $v = \frac{x}{t}$ för att kunna nå bollen. En idrottares medelhastighet under ett hopp är ca 16 km/h.

Genom att jämföra de båda hastigheterna kan eleverna se att målvakten aldrig skulle kunna nå bollen. Detta ger slutsatsen att målvakten inte kan tillåta sig någon reaktionstid utan måste välja ett hörn att hoppa mot innan straffsparken är lagd.

Eleverna delar upp målet i två halvor och beräknar sannolikheten för att hindra bollen från att komma in i ena halvan av målet med hjälp av samma metod som ovan. Detta kan också beräknas igen, denna gång genom att dela upp målet i tredjedelar.

Det är svårt för straffläggaren för att uppskatta sannolikheter, men i allmänhet kan man säga att en vänsterfotad straffläggare är bättre på att rikta sparken mot högra hörnet och en högerfotad straffläggare i det vänstra hörnet.

Eleverna kan samla in data genom att sparka 10, 20 eller fler gånger mot ett tomt mål och beräkna noggrannheten i sina sparkar.

Därefter kan eleverna skriva ett program eller använda källkoden i bilagan^[1] för att simulera en straffspark. Eleverna måste först ange sina sannolikhetssiffror. Riktningen på sparken ändras slumpmässigt för både målvakt och straffläggare. Med tanke på de stora talens lag kan sannolikheten för att göra mål vid en straffläggning bestämmas genom att öka antalet sparkar. På grundval av detta kan eleverna utforska frågan om en ändring av strategin för sparkarna leder till högre eller lägre noggrannhet. Eleverna kan tävla mot varandra med sina respektive koder.



FIG. 1 Straffläggarens perspektiv



FIG. 2 Målvaktens perspektiv

3 | 2 Straffläggning

Straffläggning går alltid till på samma sätt. Fem spelare från varje lag utses för att lägga straffsparkarna i en viss ordning. Man singlar slant för att avgöra vilket lag som får välja vilket lag som börjar. Lagen turas sedan om att lägga straffsparkarna.

Eleverna får en lista med spelare och deras respektive medelsannolikhet för att göra mål. De väljer fem av dessa spelare och

bestämmer i vilken ordning de ska lägga straffarna. Två av eleverna tävlar mot varandra i en match som har programmerats i Scratch 2 [2]. Efteråt måste eleverna bevisa att deras uppställning är den bästa möjliga. Eftersom den genomsnittliga sannolikheten för att göra mål är

$$p = \frac{(p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5)}{5}$$

är alla uppställningar ekvivalenta.

Problemet i en verklig fotbollsmatch jämfört med datorsimuleringar är att pressen på varje straffläggare ökar allteftersom straffläggningen fortskrider. Detta värde kan ställas in på cirka 5%. Det leder till följande ekvation för genomsnittlig sannolikhet:

$$p = \frac{(p_1 + 0,95p_2 + 0,90p_3 + 0,85p_4 + 0,80p_5)}{5}$$

Eftersom vi har $5! = 5 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1 = 120$ möjliga uppställningar måste eleverna komma på ett sätt att optimera resultatet. Det bör vara upp till eleverna att hitta en lösning på problemet, även om att låta den svagaste straffläggaren börja och gå vidare i ordning med den starkaste sist i själva verket är den bästa lösningen.

Med detta i åtanke kan eleverna ändra Scratch 2-programmet och anpassa det efter sina behov. [2]

Nästa variabel som har betydelse är den psykologiska effekten som inträffar om laget som börjar gör mål. Denna situation lägger ännu mer press på nästa straffläggare.

Därefter kan eleverna jämföra två lag med samma styrka, ändra programmet och köra simuleringen många gånger. Detta leder



FIG. 3 Sekvensens för en straffspark

till slutsatsen att det lag som börjar har större chans att vinna straffläggningen.

Eleverna bör slutligen föra en diskussion om en rättvis regel för straffläggning. De bör testa regeln med det ovannämnda programmet och ta reda på om fem sparkar är tillräckligt för att nå en tillfredsställande lösning.

Den mest rättvisa sekvensen för lag A och B, med vardera åtta spelare, skulle vara AB BA BA AB. Detta kallas också Thue-Morse-sekvensen. Sekvensen för lagens sparkar måste ändras, och även ändringen i sig måste ändras.

4 | **SLUTSATS**

Eleverna lär sig att modellera ett verkligt scenario och att analysera det matematiskt. De kommer också att lära sig att använda sina programmeringskunskaper för att lösa problem som genereras av komplexa situationer samt att skapa sin egen simulering av en straffläggning.

5 | **ALTERNATIV FÖR SAMARBETE**

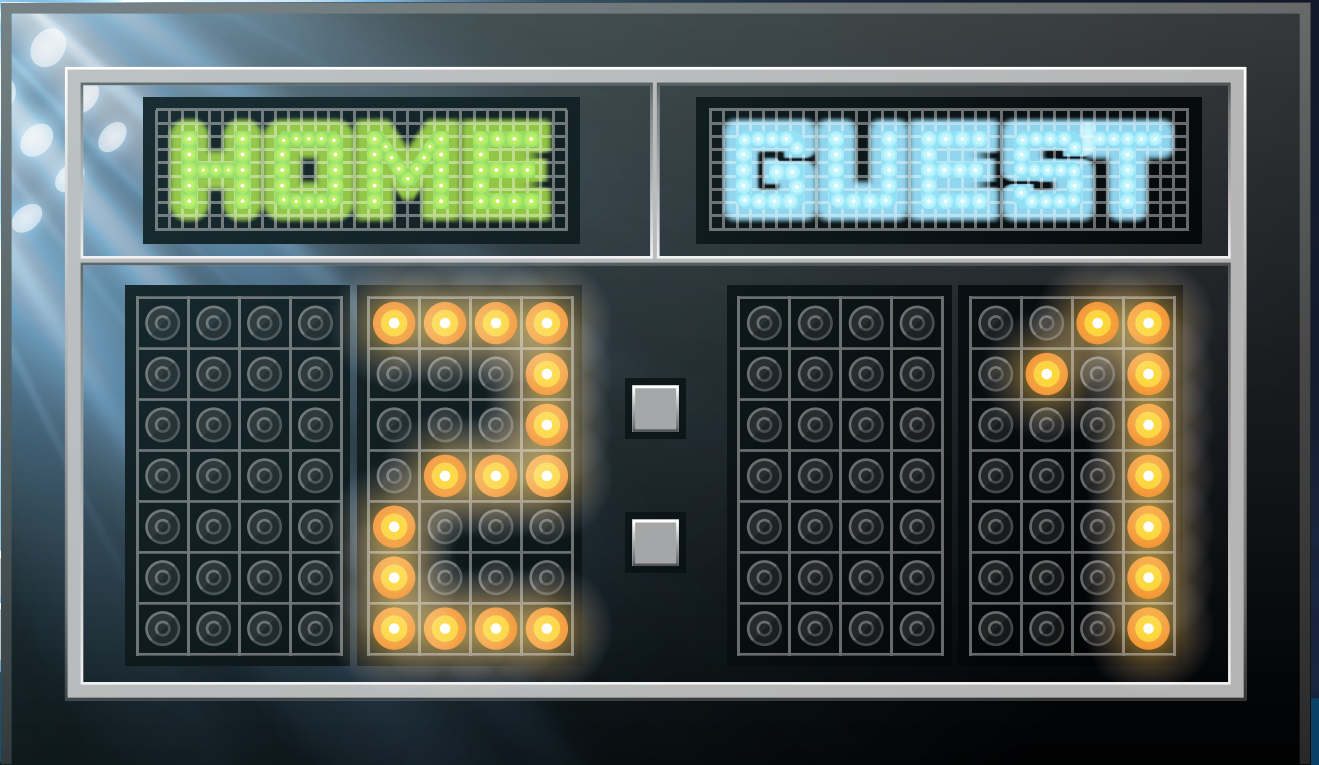
Eleverna kan anordna en tävling i klassen eller mot en annan skola för att se vilken strafflägningsstrategi som är bäst (se 3.1).

En annan idé kan vara att eleverna försöker "förbättra" fotbollsreglerna genom att ändra storleken och formen på målet. Vad skulle hända med straffläggningen om målet vore runt eller triangulärt?

REFERENSER

^[1] www.science-on-stage.de/i/Stage3_materials


^[2] <https://scratch.mit.edu/scratch2download/>




STEPHEN KIMBROUGH · MARCO NICOLINI · DAMJAN ŠTRUS

MÅLBÖRSEN



 kalkylblad, målstatistik, medelvärden, grafer, relativa frekvenser, koincidens, sannolikhet, kvot

 matematik, statistik, IKT

 15–19 år

1 | SAMMANFATTNING

Denna undervisningsenhet ger eleverna möjlighet att arbeta med, förstå och ställa frågor om verkliga fotbollsdata som finns fritt tillgängliga på internet^[1] eller i dagstidningar.

2 | PRESENTATION AV VIKTIGA BEGREPP

Fotboll är världens mest populära idrott med ett globalt intresse som överskrider såväl nationella och kulturella gränser som klass- och könsgrensarna. Med en ständigt växande publik runt om i världen fortsätter fotbollsintresset att växa så att fotboll nu har blivit en av världens mest framgångsrika verksamheter inom idrottsindustrin.

Den europeiska fotbollsmarknaden är värderad till 19,4 miljarder euro^[2]. Många människor runt om i världen är beroende av denna industri för sitt levebröd, däribland spelare, tränare, domare, marknadsföringsföretag, media och, sist men inte minst, vadhållningsföretag. Vadhållningsindustrin är värd någonstans kring 606–870 miljarder euro per år. I en bookmakers jobb ingår det att förutsäga om ett lag vinner eller förlorar och beräkna oddsen baserat på detta. En framgångsrik bookmaker behöver inte bara tur utan också skarpa matematiska färdigheter för att analysera komplexa datamängder med hänsyn till en rad olika kombinatoriska faktorer och komplexa variabler.

3 | VAD ELEVERNA GÖR

Den viktigaste färdigheten som eleverna först ska utveckla är att utforma och bygga en databas med hjälp av kalkylblad. Bland de typer av fotbollsdata som finns tillgängliga på nätet finns en rad olika variabler, inklusive matchdatum, hemma- och

bortapoäng, fulltids- och halvtidsresultat, antal skott, hörnor, frisparkar, offside, gula och röda kort samt naturligtvis vadhållningsodds. Eleverna kan ta önskade datamängder från dessa källor och importera dem till sina egna kalkylark.

3 | 1 Databasmatning

Be först eleverna att göra ett kalkylblad med matchresultat. Ett exempel på kalkylblad visas i **FIG. 1**. Detta kalkylblad är baserat på tyska Bundesliga 1 under säsongen 2014/15.

Namnen på alla lag är angivna i den vänstra kolumnen (hemmalag) och översta raden (bortalag) i alfabetisk ordning.

Resultaten från varje match visas i de båda cellerna: den vänstra cellen anger antalet mål av hemmalaget och den högra cellen anger antalet mål av bortalaget. När exempelvis Bayern-München spelade hemma mot Augsburg var resultatet 0–1. När Augsburg spelade hemma mot Bayern-München blev ställningen 0–4.

3 | 2 Beräkningar

Be eleverna att:

1. Utveckla en formel som beräknar antalet matcher som spelades under hela säsongen i Bundesliga 1 (tips: 18 lag som alla spelade mot varandra).

Lösning: Varje lag har 17 motståndare som alla har spelat både hemma- och bortamatcher, så varje lag spelar $2 \cdot 17 = 34$ matcher (Bundesliga 1 har 34 omgångar). Eftersom det finns 18 lag har varje omgång nio matcher. Därför spelades totalt 306 matcher under säsongen.

2. Beräkna målstatistiken (gjorda respektive insläppta mål) för varje lag under hela säsongen.

FIG. 1 Kalkylblad med matchresultat, tyska Bundesliga 1, säsongen 2014/15

	bortalag hemmalag	Augsburg	Bayern	Bremen	Dortmund	Frankfurt	Freiburg	Hamburger SV	Hannover	Hertha	Hoffenheim	Köln	Leverkusen	Mainz	Mönchengladbach	Paderborn	Schalke	Stuttgart	Wolfsburg
1	Augsburg		0 4	4 2	2 3	2 2	2 0	3 1	1 2	1 0	3 1	0 0	2 2	0 2	2 1	3 0	0 0	2 1	1 0
2	Bayern	0 1		6 0	2 1	3 0	2 0	8 0	4 0	1 0	4 0	4 1	1 0	2 0	0 2	4 0	1 1	2 0	2 1
3	Bremen	3 2	0 4		2 1	1 0	1 1	1 0	3 3	2 0	1 1	0 1	2 1	0 0	2 4	0 0	3 0	2 0	3 5
4	Dortmund	0 1	0 1	3 2		2 0	3 1	0 1	0 1	2 0	1 0	0 0	0 2	4 2	1 0	3 0	3 0	2 2	2 2
5	Frankfurt	0 1	0 4	5 2	2 0		1 0	2 1	2 2	4 4	3 1	3 2	2 1	2 2	0 0	4 0	1 0	4 5	1 1
6	Freiburg	2 0	2 1	0 1	0 3	4 1		0 0	2 2	2 2	1 1	1 0	0 0	2 3	0 0	1 2	2 0	1 4	1 2
7	Hamburger SV	3 2	0 0	2 0	0 0	1 2	1 1		2 1	0 1	1 1	0 2	1 0	2 1	1 1	0 3	2 0	0 1	0 2
8	Hannover	2 0	1 3	1 1	2 3	1 0	2 1	2 0		1 1	1 2	1 0	1 3	1 1	0 3	1 2	2 1	1 1	1 3
9	Hertha	1 0	0 1	2 2	1 0	0 0	0 2	3 0	0 2		0 5	0 0	0 1	1 3	1 2	2 0	2 2	3 2	1 0
10	Hoffenheim	2 0	0 2	1 2	1 1	3 2	3 3	3 0	4 3	2 1		3 4	0 1	2 0	1 4	1 0	2 1	2 1	1 1
11	Köln	1 2	0 2	1 1	2 1	4 2	0 1	0 0	1 1	1 2	3 2		1 1	0 0	0 0	0 0	2 0	0 0	2 2
12	Leverkusen	1 0	2 0	3 3	0 0	1 1	1 0	4 0	4 0	4 2	2 0	5 1		0 0	1 1	2 2	1 0	4 0	4 5
13	Mainz	2 1	1 2	1 2	2 0	3 1	2 2	1 2	0 0	0 2	0 0	2 0	2 3		2 2	5 0	2 0	1 1	1 1
14	Mönchengladb.	1 3	0 0	4 1	3 1	1 3	1 0	1 0	2 0	3 2	3 1	1 0	3 0	1 1		2 0	4 1	1 1	1 0
15	Paderborn	2 1	0 6	2 2	2 2	3 1	1 1	0 3	2 0	3 1	0 0	0 0	0 3	2 2	1 2		1 2	1 2	1 3
16	Schalke	1 0	1 1	1 1	2 1	2 2	2 0	0 0	1 0	2 0	3 1	1 2	0 1	4 1	1 0			3 2	3 2
17	Stuttgart	0 1	0 2	3 2	2 3	3 1	2 2	2 2	1 1	0 0	0 2	0 2	3 3	2 0	0 1	0 0	0 4		0 4
18	Wolfsburg	1 0	4 1	2 1	2 1	2 2	3 0	2 0	2 2	2 1	3 0	2 1	4 1	3 0	1 0	1 1	1 1	3 1	

FIG. 2 Diagram över gjorda mål (grönt) och insläppta mål (rött) för varje lag i tyska Bundesliga 1, säsongen 2014/15

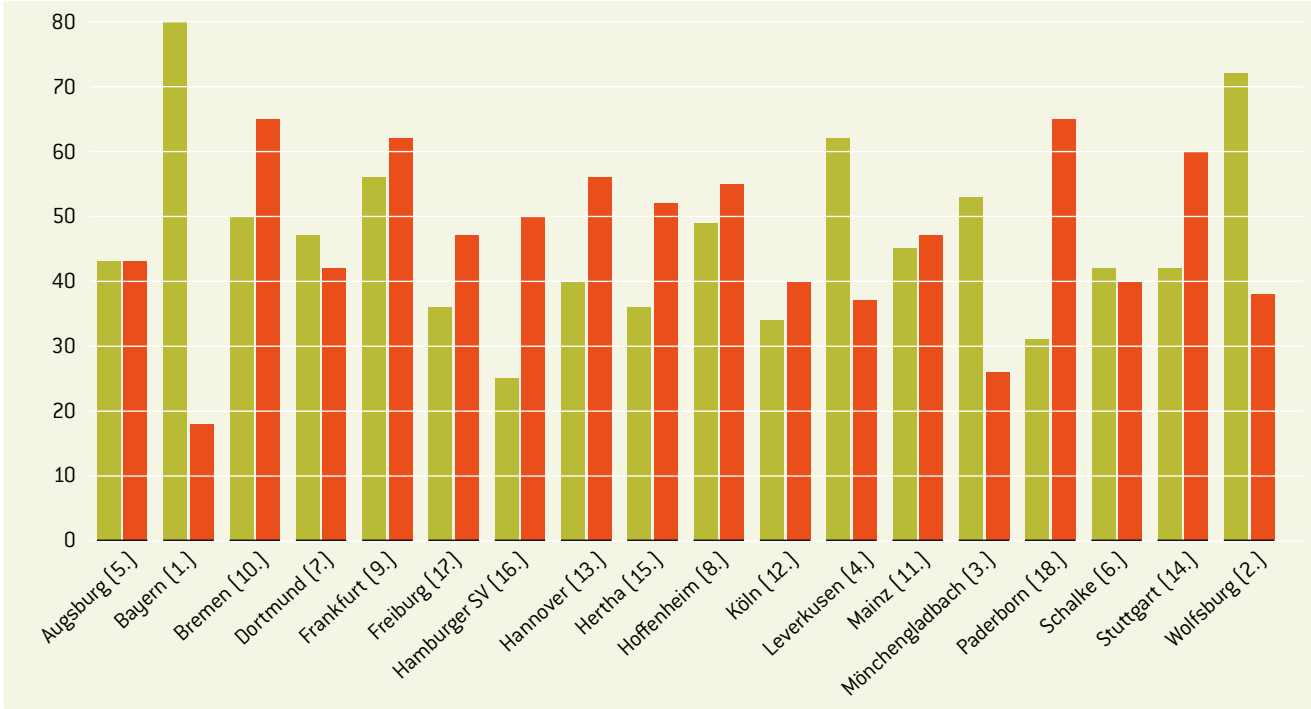


FIG. 2 visar alla mål som varje lag har gjort (markerade i grönt) och alla mål som varje lag har släppt in (markerade i rött). Eleverna kan sedan jämföra resultaten från sitt kalkylblad med verkliga data från onlinedatabaser för att kontrollera sina beräkningar.

3. Beräkna det genomsnittliga antalet mål per match under hela säsongen.

Lösning: 2,75

4. Beräkna det genomsnittliga antalet mål per match som varje enskilt lag har gjort respektive släppt in. Eleverna ritar ett diagram med gjorda och insläppta mål per match för varje lag. Be eleverna att jämföra diagrammet med positionen för varje lag i sluttabeln och ge dem tid att identifiera sambandet mellan formen på kurvan och rankningen i sluttabeln (i FIG. 2).

5. Beräkna den relativa frekvensen $p(n)$ av antalet mål per match. Eleverna kan räkna antalet matcherna i vilka respektive lag fick 0, 1, 2, 3 mål osv. Låt dem göra ett kalkylblad för varje lag och rita en kurva med relativa frekvenser i förhållande till antalet mål per match för alla lag. FIG. 3 visar att Bayern spelade totalt 34 matcher och gjorde inga mål alls i fem matcher, gjorde ett mål i åtta matcher, två mål i nio matcher osv. Uppmuntra eleverna att använda de formuler som finns i kalkylprogrammet för att skapa den tabell som föreslås i FIG. 3.

FIG. 3 Relativa frekvenser $p(n)$ för tre lag

n	Relativ frekvens					
	Bayern (plats 1)		Frankfurt (plats 9)		Paderborn (plats 18)	
	$N \cdot p(n)$	$p(n)$	$N \cdot p(n)$	$p(n)$	$N \cdot p(n)$	$p(n)$
0	5	0,15	8	0,24	17	0,50
1	8	0,24	8	0,24	6	0,18
2	9	0,26	11	0,32	8	0,24
3	2	0,06	3	0,09	3	0,09
4	7	0,21	3	0,09	0	0,00
5	0	0,00	1	0,03	0	0,00
6	2	0,06	0	0,00	0	0,00
7	0	0,00	0	0,00	0	0,00
8	1	0,03	0	0,00	0	0,00
	34	1	34	1	34	1

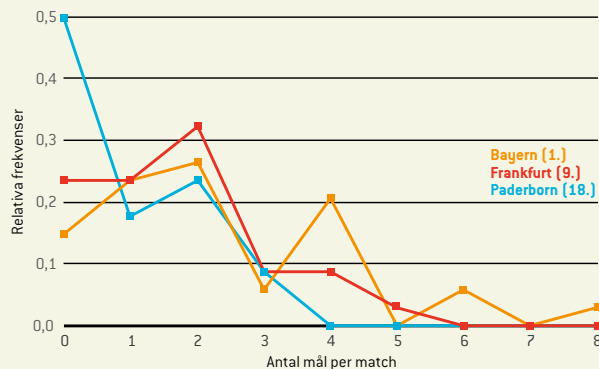
Summan av den andra kolumnen är antalet matcher under hela säsongen som spelas av ett lag. Summan av den tredje kolumnen är 1.

6. Ta reda på vilken information (som redan beräknats i förväg) som eleverna får om de multiplicerar antalet mål n med motsvarande relativa frekvens $p(n)$ för varje rad i tabellen. Summera därefter alla produkter:

$$\sum_{n=0}^{\infty} n \cdot p(n).$$

Lösning: De bestämmer det genomsnittliga antalet mål \bar{n} som varje lag gjorde per säsong.

FIG. 4 Relativ frekvens i relativt antalet mål per match för tre lag



7. Använd det genomsnittliga antalet mål för att beräkna den så kallade koincidensen (eller slumpfaktorn) i matchernas utfall. Koincidensen är en relativt effektiv avvikelser, och enligt Poissonfördelningen är den lika med $\sqrt{\frac{1}{n}}$.

Ju högre koincidens, desto svårare är det att förutse utfallet för varje match. Det här är bara en grov uppskattning, men man kan ändå hävda att fotboll är baserad på slumpen. Koincidensen i verkliga matcher kan ofta vara så hög som 100 %. Samtidigt är koincidensen högre när fotbollslaget ligger lägre i tabellen.

8. Rita en kurva som visar hur varje lags tabellplats ändrar sig under säsongen (för var och en av de 34 omgångarna). Prata med eleverna om några möjliga orsaker till denna upp- eller nedgång i tabellen.

3 | 3 Sannolikhet

9. Eleverna har redan beräknat det genomsnittliga antalet mål som varje enskilt lag gjorde per match. Låt r_1 och r_2 vara det genomsnittliga antalet mål som det första respektive andra laget gör per match. Vi definierar R som kvoten $R = \frac{r_1}{r_2}$.

Sannolikheten att det första laget gör nästa mål uttrycks som $p_1 = \frac{R}{R+1}$ och sannolikheten att det andra laget gör nästa mål uttrycks som $p_2 = 1 - p_1 = \frac{1}{R+1}$.

Naturligtvis ändras medelvärdena med varje mål som görs. Här ska vi dock inte ta hänsyn till det utan använda de föregående medelvärdena för hela matchen. Be eleverna att beräkna sannolikheterna p_1 och p_2 för varje lag med hjälp av de data som erhållits från 33 omgångar för att jämföra de teoretiska beräkningarna med de faktiska fotbollsresultaten i den 34:e omgången i Bundesliga 1, 2014/15.

Om, i ett givet ögonblick under matchen, de båda lagen har gjort sammanlagt n mål, är sannolikheten för att alla mål har gjorts av det första laget lika med p_1^n , medan sannolikheten för att alla mål har gjorts av det andra laget är p_2^n . Sannolikheten att det första laget har gjort k av n mål är $\binom{n}{k} p_1^k p_2^{n-k}$.

10. Sannolikheten att det lag som gjort r mål per match kommer att ha gjort n mål vid tidpunkten t (mellan 0 = början och 1 = slutet av matchen) är lika med $p = \frac{(rt)^n}{n!} e^{-rt}$.

Be eleverna att rita en kurva över sannolikheten att göra n (0, 1, 2, 3 eller 4) mål under 90 minuter av en fotbolls-match för varje lag. Använd de data som erhållits från 33 omgångar för att jämföra de teoretiska beräkningarna med de faktiska fotbollsresultaten i den 34:e omgången i Bundesliga 1, 2014/15.

11. Eleverna kan också bli ombudda att kontrollera sannolikheten för resultatet $n - m$. Teorin säger att denna sannolikhet ges av ekvationen $p_{n,m} = \frac{(r_1 t)^n (r_2 t)^m}{n! m!} e^{-(r_1+r_2)t}$.

Denna ekvation förutsätter att antalet mål för varje lag är oberoende av varandra, vilket naturligtvis inte är sant, men antagandet kan användas för en första approximation. Eleverna ska jämföra de teoretiska beräkningarna med de faktiska fotbollsresultaten i den 34:e omgången i Bundesliga 1, 2014/15 (FIG. 5).

FIG. 5 Matchresultat för den 34:e omgången i Bundesliga 1 under säsongen 2014/15 [3]

Bayern	Mainz	2 – 0
Dortmund	Bremen	3 – 2
Frankfurt	Leverkusen	2 – 1
Hamburger SV	Schalke	2 – 0
Hannover	Freiburg	2 – 1
Hoffenheim	Hertha	2 – 1
Köln	Wolfsburg	2 – 2
Mönchengladbach	Augsburg	1 – 3
Paderborn	Stuttgart	1 – 2

4 | SLUTSATS

Kontinuerlig undersökning och analys av datamängder kan säkerligen bidra till att förutsäga resultatet för fotbollsmatcher. För att förutsäga korrekt resultat för vissa matcher behöver man dock, förutom själva målen, beakta många andra parametrar (däribland skador, spelarnas form, planens tillstånd, väderförhållanden osv.). Om det fanns en magisk formel det skulle det finnas många fler vadslagningsmiljonärer. På liknande sätt kan oddssättarnas arbete betraktas mer som en konstform än som vetenskap.

Men syftet med denna undervisningsenhet var inte att diskutera vadslagning, så vi stannar där.

5 | ALTERNATIV FÖR SAMARBETE

Elever från olika länder kan samla in resultaten från alla matcher i sina nationella toppligor. De kan sedan beräkna målstatistik (gjorda respektive insläppta mål) för varje lag under hela säsongen, beräkna det genomsnittliga antalet mål per match under hela säsongen och beräkna det genomsnittliga antalet mål per match som varje enskilt lag har gjort och släppt in.

Slutligen bör de jämföra resultaten av sina beräkningar och analysera sin nationella liga. Är alla lag mer eller mindre likvärdiga, eller finns det några mycket starka lag, några mycket svaga lag och ett större antal genomsnittliga lag? Kanske eleverna till och med upptäcker ett tredje, fjärde eller femte alternativ ...

REFERENSER

[1] www.football-data.co.uk/

[2] www.soccerex.com/about/what-soccerex/football-industry (08/11/2015)

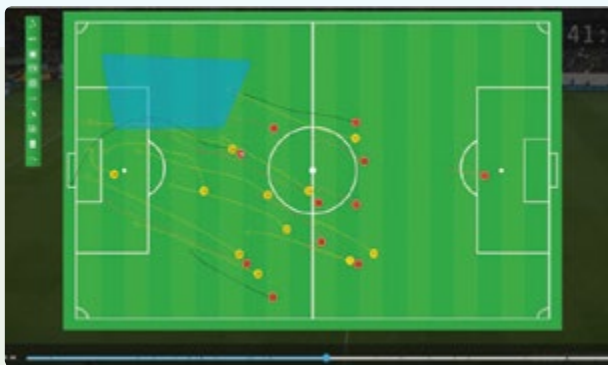
[3] www.rezultati.com/nogomet/njemacka/bundesliga-2014-2015/ (12/11/2015)

- ALI JE NOGOMET IGRA NA SREČO, Janez Strnad, Presek, ISSN 0351-6652, år 13 (1985/1986), nummer 1, sida 9–15
- Matematika i nogomet (<http://pptfilesearch.com/single/79931/nogomet-i-matematika>), Franka Miriam Brückler, Osijek, 1.6.2006 (2016-03-08)

IT GER FLERA MÅL

IT har blivit ett viktigt verktyg i fotboll när det gäller att hjälpa lagen träna inför en match och analysera matchen i halvtid. Tack vare riktad klustring och analys av stora datamängder kan tränarna göra en perfekt finjustering av enskilda spelares rörelser och laget som helhet i förhållande till motståndarna så att rörelserna blir reflexmässiga. När det gäller analysverktyg som *Match Insights* ligger fokus på analys av videomaterial. Under träningen har spelarna sensorer på sina kroppar som ger information om såväl deras positioner och rörelser som deras puls. Utifrån statistik om enskilda spelare och lag går det att upprätta profiler av deras resultat och att göra jämförelser. Tränare använder denna information som underlag för en perfekt träningsplan och taktik som kan användas i en kommande match.

VIDEOANALYS (MATCH INSIGHTS)



TAKTIKTAVLOR

Dessa visar spelarnas rörelsemönster, till exempel backlinjer, löpningar och avstånden som spelarna täcker in. Mönstren ger tränaren information exempelvis om i vilka situationer det motsatta laget byter från man mot man-markering till zonmarkering för att öka möjligheterna att göra mål.



VÄRMEKARTOR

Dessa visar prestationerna hos enskilda spelare, bland annat deras rörelsemönster och vilket område på planen de täcker. Detta talar om för tränaren om de är bättre på försvar eller på anfall. På så sätt kan tränaren till fullo utnyttja sina spelares potential och ge dem lämpliga roller i matchen.

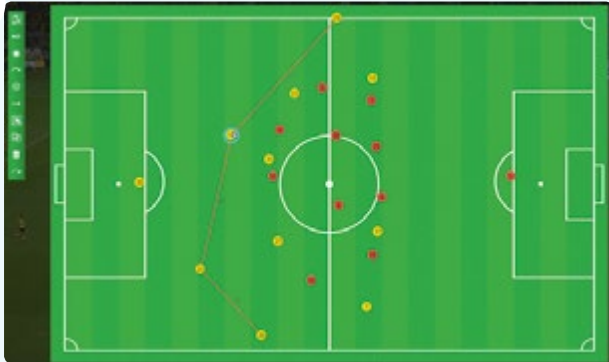


SPELARSTATISTIK

Varje spelares prestationer registreras under hela matchen. Detta ger tränaren information om skott på mål, tillryggalagd sträcka, antalet passningar och individuella prestationer i förhållande till lagprestationen. Registreringen anger också spelarens skaderisk.

REKOMMENDERAD ANVÄNDNING FÖR PLACERING OCH TRÄNING AV SPELARE

RÖRELSEANALYS OCH LAGJÄMFÖRELSE



Tränaren jämför de senaste tio matcherna för två lag, till exempel i verkliga eller potentiella målgivande situationer. Jämförelsen kan visa att motståndarlaget har en svaghet i standardsituationer eller gör de flesta av sina mål mot slutet av en match. I detta fall kan tränaren instruera sitt lag att skapa standardsituationer och att bromsa ner matchen när den närmar sig slutet.

REKOMMENDERAD ANVÄNDNING FÖR LAGTAKTIK

PERCEPTION OCH SKOTTEKNIK

Stora klubbar använder redan IT-tillämpningar för specialiserade tränings-sessioner.



FOOTBONAUT

En tredimensionell, fyrkantig och burliknande träningsmaskin som skjuter bollar mot spelarna. Den används för att träna teknik och koordination vid första beröringen, bollkontroll och skottnoggrannhet.

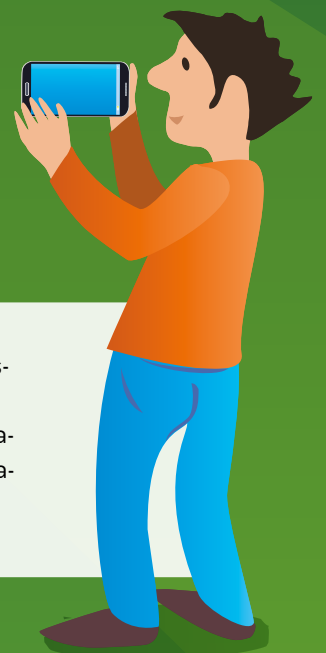
HELIX

Detta är ett simuleringsverktyg för mental träning på planen vars syfte är att förbättra en spelares förståelse av spelet på avstånd och under snabbt spel.

PERSONLIG BETEENDETRÄNING



Vid sidan om de officiella tränings-sessionerna diskuterar spelarna också med tränaren och videoanalytiker för att förbättra sina prestationer och förbereda sig för nästa match.



YTTERLIGARE RESURSER OCH MATERIAL



Författarna har tagit fram ytterligare resurser och material för undervisningsenheterna. De kan laddas ner gratis på: www.science-on-stage.de/iStage3_materials

PROJEKTEVENEMANG INOM iSTAGE 3 – FOTBOLL I NATURVETENSKAPSUNDER- VISNING

Brainstorming för ämnen inom det slutliga mötet för projektet *iStage 2 – Smartphones in Science Teaching* i Berlin, Tyskland

▼ 5 december 2014

Första workshopen i Berlin, Tyskland

▼ 24–26 april 2015

Presentation av publikationen i Bryssel vid delstaten Hessens EU-representation

▼ 2 juni 2016

▲ 3 februari 2015
Koordinatormöte i Dortmund, Tyskland

▲ 6–8 november 2015
Andra workshopen i Berlin, Tyskland

▲ Uppföljningar under 2016 och 2017
Läraryrkutbildningar i olika europeiska länder

PARKORT

Se undervisningsenheten "Trampai det ekologiska fotavtrycket" på sida 12.
 Ladda ner på www.science-on-stage.de/iStage3_materials





SCIENCE ON STAGE EUROPE

SCIENCE ON STAGE – DET EUROPEISKA NÄTVERKET FÖR NATURVETENSKAPSLÄRARE

- ... är ett nätverk av och för lärare i naturvetenskap, teknik och matematik (STEM) i alla skolstadier.
- ... utgör en europeisk plattform för utbyte av undervisningsidéer.
- ... betonar vikten av naturvetenskap och teknik i skolan och bland allmänheten.


Den huvudsakliga sponsorn för Science on Stage är det tyska arbetsgivarförbundet GESAMMETALL för metall- och elindustrin med sitt initiativ think ING.

Gå med i – hitta ditt land på
WWW.SCIENCE-ON-STAGE.EU

 www.facebook.com/scienceonstageeurope

 [www.twitter.com/ScienceOnStage](https://twitter.com/ScienceOnStage)

Prenumerera på vårt nyhetsbrev:

 www.science-on-stage.eu/newsletter

YTTERLIGARE MATERIAL



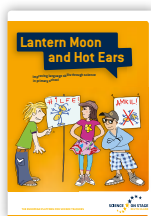
iStage – Developing Teaching Materials for ICT (Information and Communications Technology) in Natural Sciences

- Biologi och hälsa
- Miljö
- Från cykel till rymden



iStage2 – Smartphones in Science Teaching

- Undervisningsmaterial om användning av smarttelefoner på naturvetenskapslektioner



Lantern Moon and Hot Ears

- Förbättra språkkunskaperna genom naturvetenskap på låg- och mellanstadiet
- Experiment, arbetsblad, texter osv.

Ladda ner kostnadsfritt på
www.science-on-stage.de/materials





HUVUDSPONSOR FÖR
SCIENCE ON STAGE TYSKLAND

think
ING.

Die Initiative für
Ingenieurnachwuchs

Proudly supported by

