

Vetenskaplig metod och statistik

Innehåll

- Vetenskaplighet
- Hur ska man lägga upp ett experiment?
- Hur hanterar man felkällor?
- Hur ska man tolka resultatet från experimentet?
- Experimentlogg
- Att fundera på

Vad är vetenskap?

- "Evolution är bara en teori"
- "Jag har en teori om vem som tog sista kakan"
- Observation → Hypotes(er) → Experiment → Teori
- Falsifierbarhet och pessimism
- Lätt att motbevisa en teori



Hypotes

- Ett kvalificerat antagande om verkligheten

Teori

- En väl beprövad och ännu inte motbevisad hypotes

Experiment

- Att praktiskt testa om en variabel påverkar en annan
- “The only difference between screwing around and science is **writing it down**” – Adam Savage
- Ett experiment ska lösa fyra uppgifter:
 1. **Realisera** – *Få fram det fenomen man vill titta på.*
 2. **Separera** – *Isolera det man vill titta på så att man inte har en massa annat som påverkar.*
 3. **Kontrollera** – *Kontrollera det som kan påverka fenomenet.*
 4. **Observera** – *Studera fenomenet.*

Exempel

Vi vill mäta hur lång tid det tar att koka upp en liter saltlösning för olika salthalter

- Realisera
- Separera
- Kontrollera
- Observera



Realisera

Ordna en experimentuppställning.

Vi behöver:

- Saltlösningar
- Kastrull
- Spis
- Klocka
- Termometer
- ...



Variabler

Saker som kan påverka är:

- hur varmt det är i rummet
- hur bra plattan fungerar
- lufttrycket
- hur noga vi mätt hur mycket vatten vi har
- hur noga vi mätt salthalten
- hur noga vi mätt utgångstemperaturen
- hur noga vi mäter tiden
- ...



Separera och Kontrollera

- Det finns ofta många saker som kan påverka det man vill mäta i sitt experiment.
- Man kan kontrollera detta genom:
 1. **Konstanthållning** - försöka att hålla alla variabler konstanta.
 2. **Kontrollerad variation** - genomför samma försök med flera olika ingångsvärden, men håll resterande variabler konstanta.
- De variabler man inte har kontroll över är rimligen felkällor; **slumpmässiga, systematiska** eller både och.

Felkällor – missvisande ord!

Det är omöjligt att mäta något exakt. Mätosäkerheter kan vara både slumpmässiga, systematiska eller både och.

- **Slumpmässiga osäkerheter** minimerar man genom att göra många likvärdiga mätningar och sen ta medelvärdet av resultatet.
 - × **Exempel: Tidtagaruret anger endast tid i minuter.**
- **Systematiska osäkerheter** är svårare att hitta men kan läggas till efteråt.
 - × **Exempel: Tidtagaruret visar alltid lite för kort tid**

Kontroll av variabler

- Kontrollerad variation
 - × Vi varierar salthalten och mäter hur koktiden ändras med salthalten
- Konstanthållning
 - × För att få en bra mätning på koktiden för de olika salthalterna bör vi se till att alla andra variabler är konstanta. (Vi bör ha samma lufttemperatur, använda samma platta, samma mängd saltlösning samma starttemperatur...)
- Men vi kan inte garantera att vi mäter lika bra varje gång...



Observera

Vi gör ett antal mätningar för varje saltlösning och skriver ner resultaten.

Nu gäller det att tolka våra mätvärden och presentera dem på ett vettigt sätt.

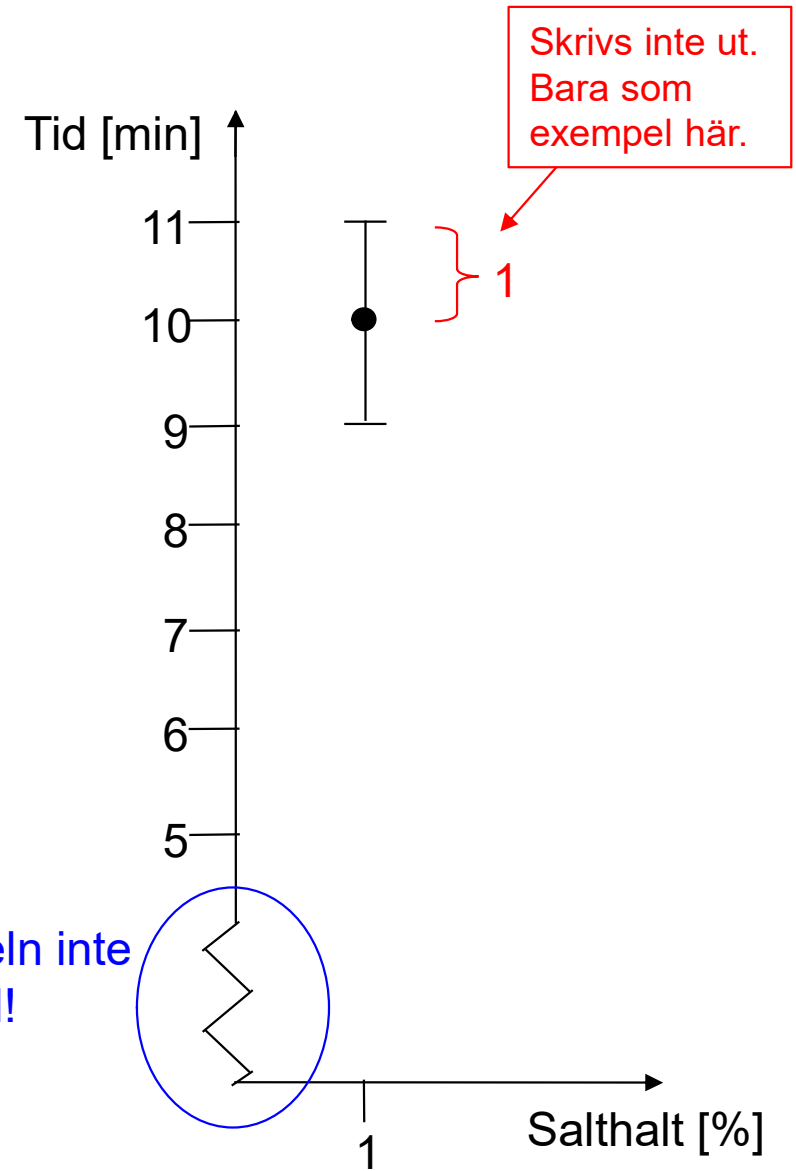


Hur anger man osäkerheter?

- 10 ± 1 min
- $10 \text{ min} \pm 10\%$

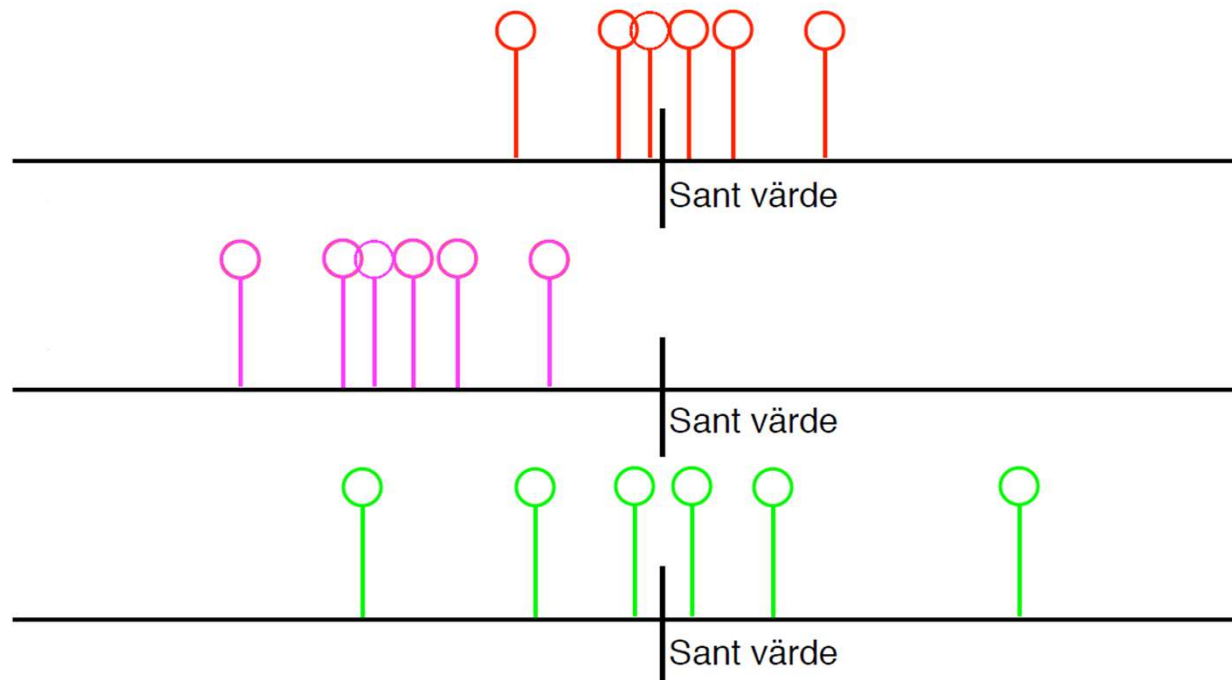


Notera att axeln inte går ner till noll!



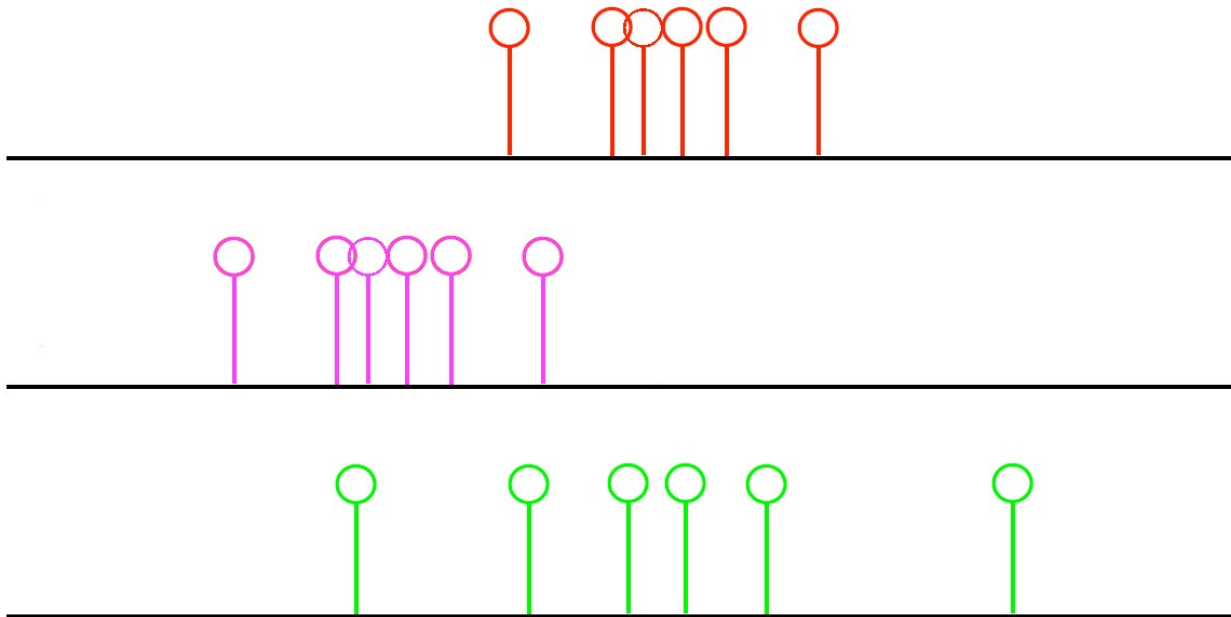
Exempel på mätvärden från en experimentuppställning

- A – Slump (liten spridning)
- B – Slump (liten spridning) och systematisk skiftning
- C – Slump (stor spridning)

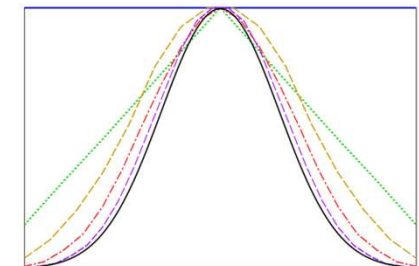
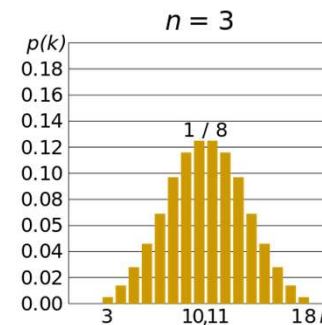
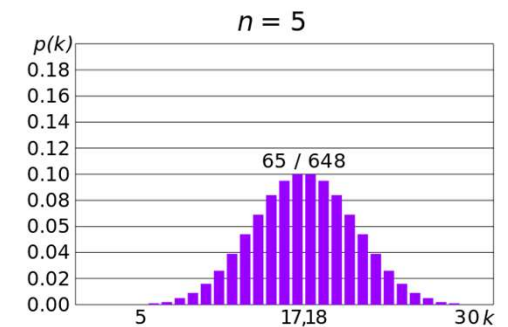
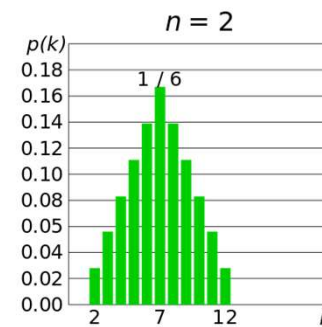
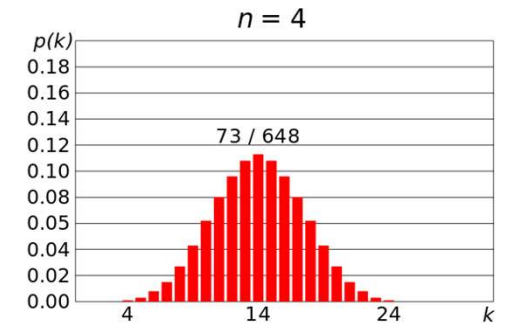
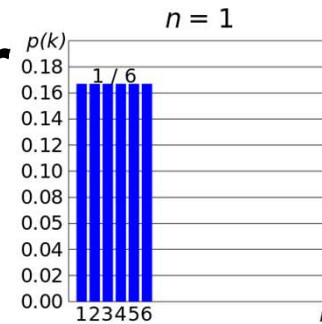


Exempel på mätvärden från en experimentuppställning

- A – Slump (liten spridning) (och systematisk skiftning?)
- B – Slump (liten spridning) (och systematisk skiftning?)
- C – Slump (stor spridning) (och systematisk skiftning?)



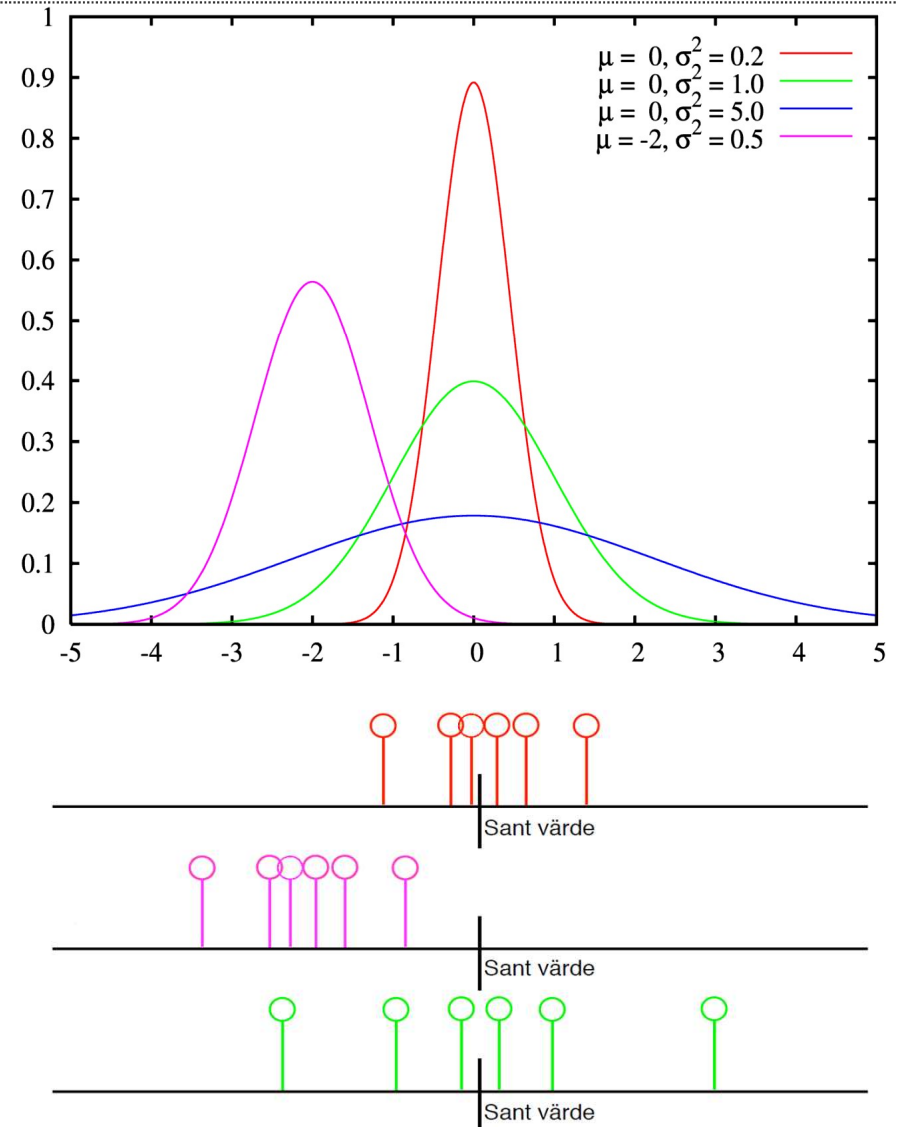
Statistik – Många mätningar



Normalfördelning

- “... Fördelningen är typisk för utfallet av många förlopp som beror på slumpen och används inom bl.a. natur- och samhällsvetenskap för att beskriva variationen hos olika variabler. ...” (NE)

$$f(x) = e^{-x^2}$$



Medelvärde och Standardavvikelse

Medelvärde

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

Standardavvikelse är ett statistiskt mått på spridningen hos data eller en fördelning

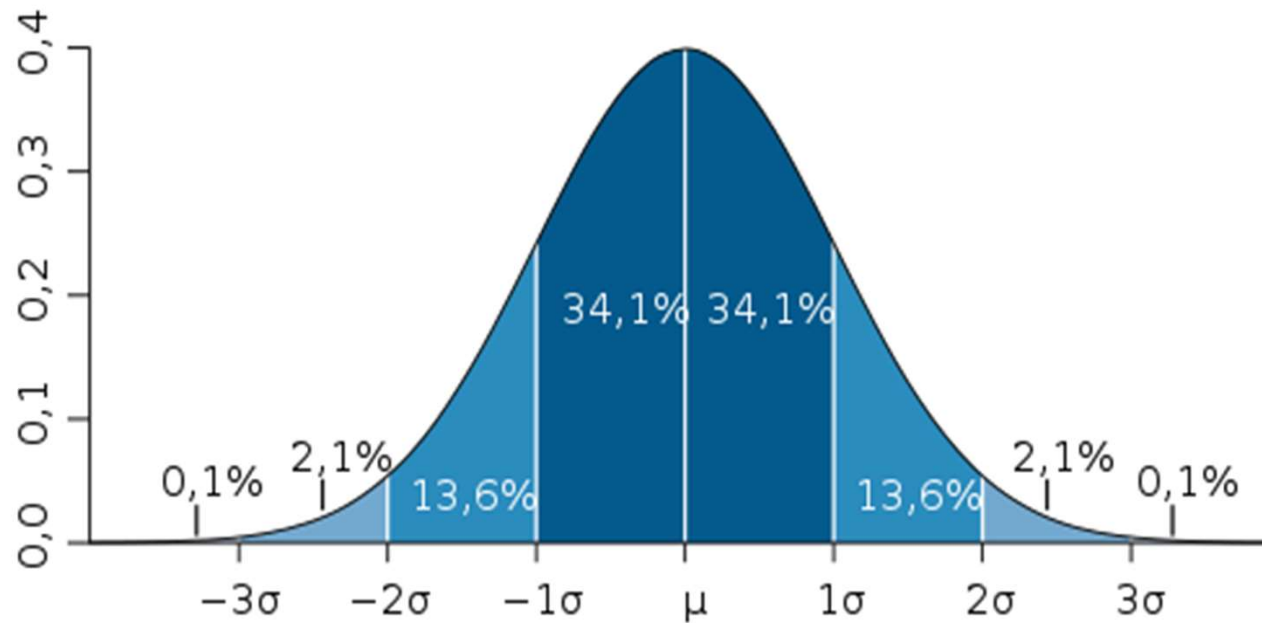
Standardavvikelse

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(\bar{x} - x_i)^2}{n - 1}}$$

Medelvärdets standardavvikelse

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{1}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{\sum(\bar{x} - x_i)^2}{n - 1}}$$

Normalfördelning

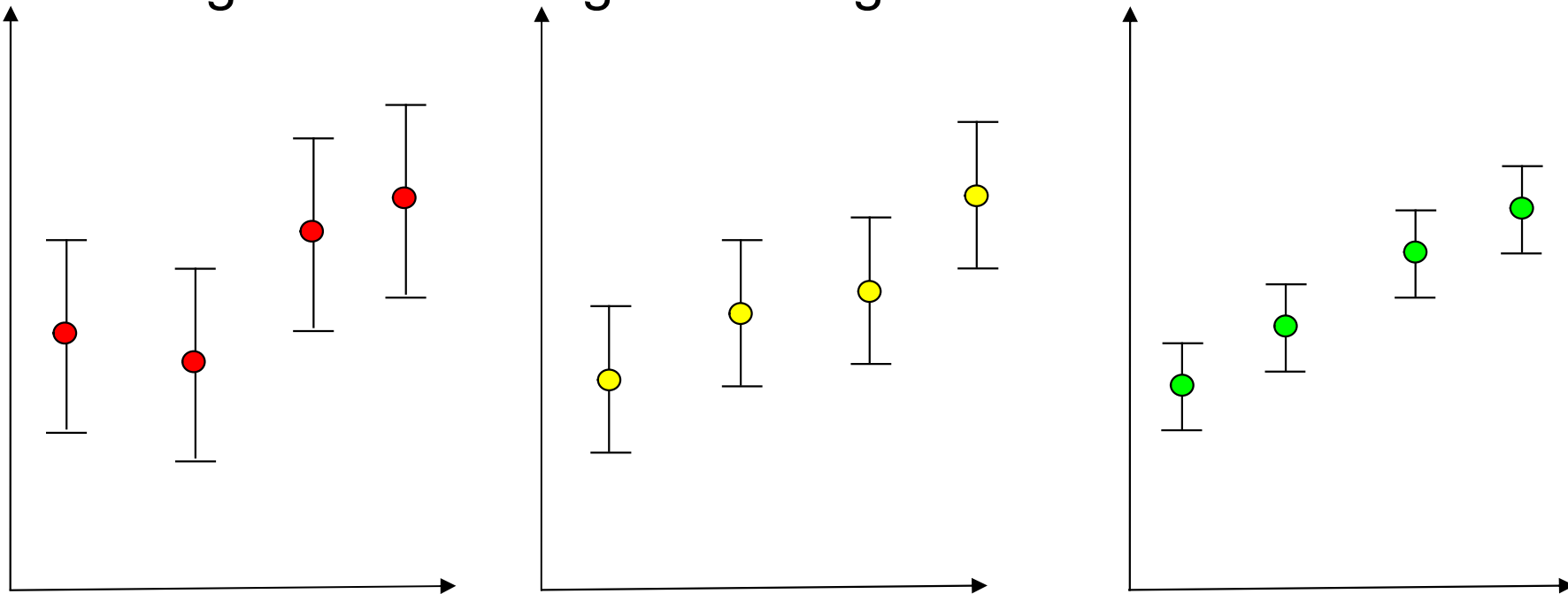


- 68.2 % att det sanna värdet ligger mellan gränserna $\mu \pm \sigma$
- 95.4 % att det sanna värdet ligger inom intervallet $\mu \pm 2 \sigma$
- 99.7 % att det sanna värdet inom gränserna $\mu \pm 3 \sigma$

- Man brukar ange 1σ gränser (men t.ex. inom partikelfysik används 5σ)

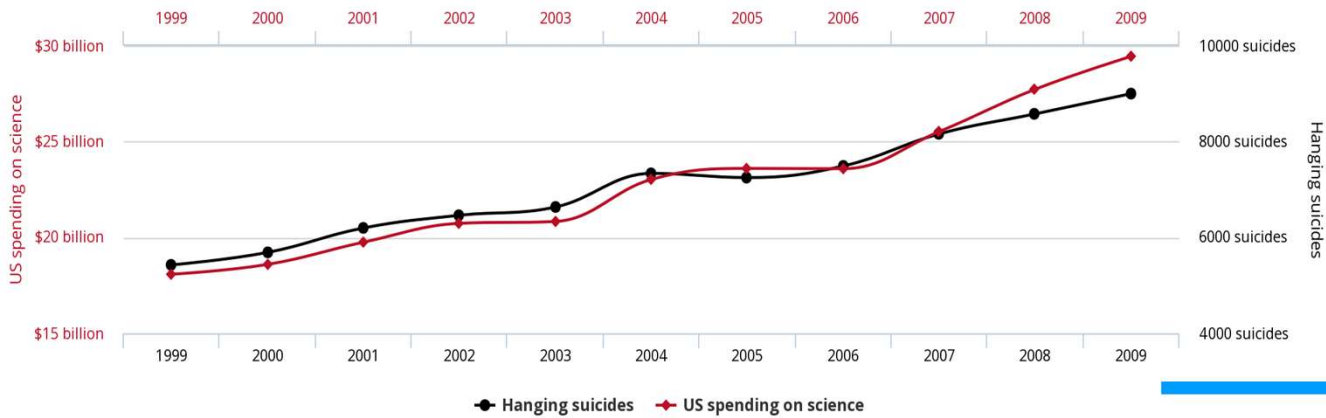
Tolka resultatet

- Ser vi någon skillnad i hur lång tid det tar att koka upp lösningen?
- Om ändringen är mindre än felmarginalen kan vi inte säga att vi ser någon ändring.

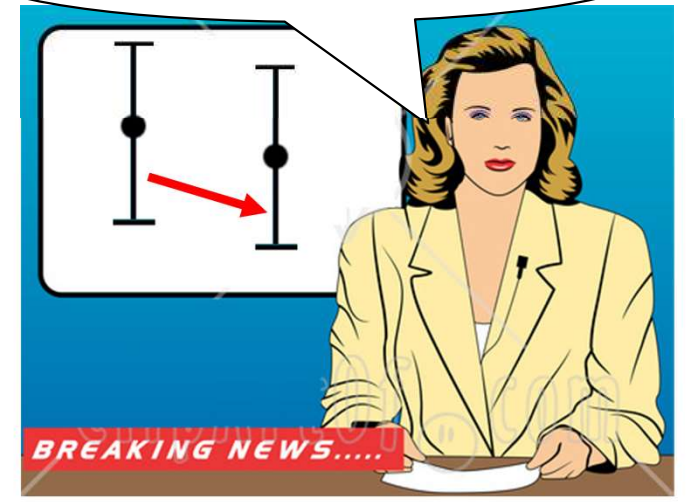


Dåliga exempel...

US spending on science, space, and technology
correlates with
Suicides by hanging, strangulation and suffocation

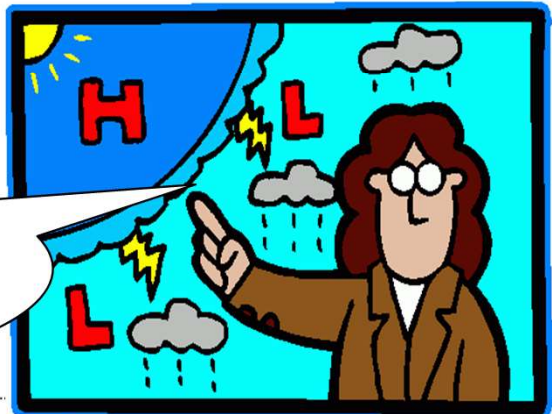


“Tydlig minskning...”



Korrelation \neq kausalitet

“Temperaturen är under det normala för årstiden...”



AstraZeneca's COVID-19 vaccine trial has been stopped after an illness

Karen Weintraub and Elizabeth Weise | USA TODAY
Published 5:35 PM EDT Sep 9, 2020

The hold AstraZeneca placed Tuesday on its COVID-19 vaccine trials is the first major setback in pursuit of a vaccine against a disease that has now killed 190,000 in the U.S. ... and nearly 900,000 worldwide.

Experimentlogg

- Anteckna allt som ni gör så noga att ni kan gå tillbaka och göra om det eller kanske hitta felkällor ni inte tänkte på.
- Datum
- Experimentuppställning och förhållanden (temperatur, tryck...)
- Sudda inte! Stryk istället över och skriv nytt om ni ändrar något. Det är bra att kunna följa hur man tänkte.
- Använd ett block, inte lösbladssystem.

Sammanfattning

- När man ställer upp ett experiment bör man bara variera en faktor i taget.
- Det är viktigt att försöka ta hänsyn allt som kan störa experimentet. Det man inte kan kontrollera får man se som en felkälla.
- När man presenterar sina resultat måste man redovisa möjliga felkällor.
- Skriv en experimentlogg!!!

Att fundera på

- Vad är vår hypotes?
- Hur bör experimentuppställningen se ut?
- Vilka variabler har vi att ta hänsyn till?
- Vilken variabel vill vi variera?
- Hur ska vi kontrollera resterande variabler?
- Vilka felkällor har vi?
- Hur ska vi presentera våra resultat?

Partikeldetektor

- Myoner – till skillnad från övrig naturlig strålning är de “minimum ionizing”, dvs de passerar genom materia utan att jonisera så mycket
- Svåra att stoppa, men lätta att skilja från annan strålning
- Detektorn består av två lager, ett “sammanträffande” (coincidence) behövs mellan båda lager

Scintillationsdetektor

- Plexiglas dopad med t.ex. flour
- Joniserande partikel träffar plasten, blåa fotoner emitteras
- Fotonerna reflekteras tills de träffar en “fotomultiplikator”
- Ca 35% detekteras och ger en elektrisk puls
- Pulsen förstärks och digitaliseras

