



## Påvirker forholdet mellom natron og eddik raketts rekkevidde i en 1 L plastflaske-modell?

Forfatter: Malin Hegg-Kristiansen, St. Olav videregående skole

*I denne undersøkelsen var målet å undersøke hvordan økt mengde natron påvirker rekkevidden til en natron-eddik-rakett når eddikmengden (100mL) holdes konstant. Fire natronmengder (11 g, 22 g, 33 g, 44 g) ble testet med seks repetisjoner per mengde. Resultatene viser en tydelig økning i rekkevidde fra 11 g til 22 g, noe som forklares med økt produksjon av CO<sub>2</sub> og høyere trykk i flasken. Videre økning til 33 g og 44 g ga derimot ingen signifikante forandringer, noe som indikerer at reaksjonen når et kjemisk metningspunkt der eddik blir den begrensende faktoren. Variasjonen i resultatet minker med økende natronmengde, noe som tyder på mer stabil reaksjon og jevnere trykkoppbygging. Samlet, viser undersøkelsen at natronmengden påvirker rekkevidden opp til et visst nivå, men at praktiske forhold og kjemiske begrensninger spiller en viktig rolle i raketts rekkevidde.*

### Introduksjon

Undersøkelsen forsøker å finne ut om forholdet mellom natron og eddik påvirker en natron-eddik-raketts rekkevidde i en 1 L plastflaske-modell.

Reaksjonen mellom natron (NaHCO<sub>3</sub>) og eddiksyre (CH<sub>3</sub>COOH, husholdningseddik ≈ 7 %) danner CO<sub>2</sub>-gass, vann og natriumacetat (CH<sub>3</sub>COONa). Når gassen bygges opp i en lukket flaske, øker trykket, og flasken skytes ut. Dette er raketts prinsippet, som kan forklares gjennom Newtons tredje lov, der gass som strømmer ut av flasken skaper en motsatt reaksjonskraft som skyver raketten fremover (Claycomb, Zachary, & Tran, 2009). Mer natron blir til mer CO<sub>2</sub>, som gir høyere trykk, som igjen blir til større skyvekraft. Når eddik blir begrensende reaktant, gir ekstra natron ikke mer gass, og effekten mettes. Variasjonen i korksetting, lekkasje, friksjon og luftmotstand påvirker rekkevidden.

### Metode / Fremgangsmåte

#### Sikkerhet og etiske hensyn

- Alle forsøk utføres utendørs og med vernebriller.
- Ikke forsegl flasken på en måte som kan gi fare for eksplosjon - bruk kork som løsner.
- Hold tilskuere på trygg avstand og ikke rett raketten mot mennesker eller dyr.

## Variabler

- *Uavhengig variabel:* natronmengde (g): 11, 22, 33, 44
- *Avhengig variabel:* rekkevidde (m)
- *Kontrollerte variable:* eddikmengde (100 mL), flasketype (samme 1 L flaske), startvinkel (ca. 30 grader), korktype, værforhold (så langt som mulig)
- *Repetisjoner:* 6 per nivå

For å holde vinkelen konstant ble et rør brukt som oppskytingsrampe. Røret hadde en diameter litt større enn flasken, slik at flasken kunne plasseres stabilt med tuten pekende ned i samme vinkel ved hvert forsøk. Rampen ble satt opp slik som på figur 1 nedenfor.



Figur 1: Oppskytingsrampe med en vinkel på ca. 30 grader, og flasken og korken som ble brukt.

Undersøkelsen startet med å måle opp riktige mengder til første forsøk, der 1 dl eddik og 11 g natron ble brukt. Forsøket ble deretter gjennomført utendørs på et åpent, flatt område med ingen hindringer og lav risiko for skade på omgivelsene. For å kunne måle rekkevidde så nøyaktig som mulig, ble det lagt ut en målt linje langs bakken, og punkter ble merket for å gjøre det enklere å registrere avstanden raketten fløy.

I hvert forsøk ble først eddiken helt opp i flasken. Deretter ble den oppmålte mengden natron lagt oppi. Korken ble raskt plassert på flasken for å hindre at gass slapp ut for tidlig, og flasken ble deretter satt med korken ned i røret. Etter kort tid reagerte natron med eddiken, og flasken ble drevet opp fra røret som en rakett.

Forsøket ble gjentatt 6 ganger med samme mengde natron for å sammenligne resultater. Deretter ble prosedyren gjentatt på samme måte for de tre andre natronmengdene. Alle forsøkene ble utført med samme flaske, samme mengde eddik og samme startvinkel for å sikre at kun natronmengden varierte mellom forsøkene.

<i>Utstyrliste:</i>
1 L plastflaske
Eddik (100 mL per forsøk)
Natron (11, 22, 33, 44g) x 6
Kork
Rør
Plastboks
Vernebriller

Figur 2: Utstyrliste

## Resultater

Resultatene fra undersøkelsen er vist i figur 3-6. Det ble gjennomført seks forsøk for hver modell, der mengden væske (E = 100 mL) var konstant, mens massen (N) økte fra 11 g i modell 1 til 44 g i modell 4.

	<i>Modell 1</i>	<i>Modell 2</i>	<i>Modell 3</i>	<i>Modell 4</i>
Forsøk (målt i meter)	E: 100 mL & N: 11 g	E: 100 mL & N: 22 g	E: 100 mL & N: 33 g	E: 100 mL & N: 44 g
1	7,5	10,7	12,5	12,2
2	8,8	13,3	11,7	12,9
3	8,4	11,9	11,6	11,9
4	8,5	9,4	12,8	12,6
5	9,5	11,4	12,7	11,8
6	11,3	12,5	10	11,6

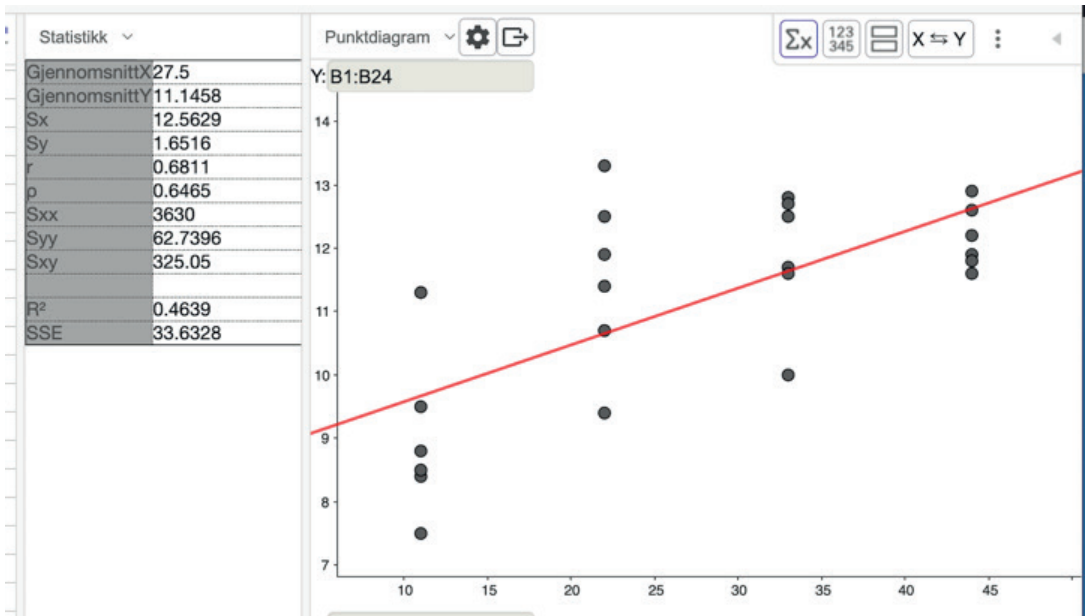
Figur 3: Resultater fra forsøkene

	<i>Modell 1</i>	<i>Modell 2</i>	<i>Modell 3</i>	<i>Modell 4</i>
gj. snitt	9,0	11,5	11,9	12,2
standardavvik	1,3	1,4	1,1	0,5
konfidens	1,4	1,4	1,1	0,5
øvre grense	10,4	13,0	13,0	12,7
nedre grense	7,6	10,1	10,8	11,6

Figur 4: Statistikk av resultatene

<i>T-test</i>	
1 og 2	0,0083
1 og 3	0,0019
1 og 4	0,0011
2 og 3	0,63
2 og 4	0,33
3 og 4	0,57

Figur 5: T-test mellom de ulike modellene



Figur 6: Regresjon og statistikk av resultatene

Figur 3 viser de målte avstandene (i meter) for de fire modellene. Det er en tydelig økning i målt avstand fra modell 1 til modell 4. Modell 1 gir gjennomgående lavest verdi, mens 4 gir de høyeste resultatene med relativt liten spredning i målingene.

Som vist i figur 4 øker gjennomsnittlig målt avstand fra 9,0 m i modell 1 til 12,2 m i modell 4. Samtidig minker standardavviket betydelig, fra 1,3 i modell 1 til 0,5 i modell 4.

Konfidensintervallene viser at modell 4 har det smaleste intervallet (11,6 m - 12,7 m), mens modell 1 har derimot det bredeste intervallet.

T-testene i figur 5 viser at det er statistisk signifikant forskjell mellom modell 1 og de andre modellene ( $p < 0,01$ ). Dette betyr at økningen i resultatene fra modell 1 til modell 2, 3 og 4 ikke skyldes tilfeldigheter. Derimot er det ingen signifikant forskjell mellom modell 2, 3 og 4 ( $p > 0,05$ ).

Regresjonsanalysen i figur 6 viser en positiv sammenheng mellom massen (N) og målt avstand. Korrelasjonskoeffisienten  $r = 0,68$  indikerer en moderat til sterk positiv korrelasjon. Forklaringsgraden  $R^2 = 0,46$  viser at omtrent 46 % av variasjonen forklares av endringen i masse alene.

## Diskusjon/drøfting

Resultatene fra undersøkelsen viser at økt natronmengde fører til økt rekkevidde frem til et visst nivå. Den tydelige forskjellen mellom 11 g og 22 g kan forklares med at mer natron fører til større produksjon av  $\text{CO}_2$ -gass, noe som øker trykket og dermed skyvekraften. Dette samsvarer med tidligere analyser av reaksjoner mellom natron og eddik, hvor Lemberger (Lemberger) viser at gassmengden øker så lenge begge reaktanter er til stede i tilstrekkelig mengde.

Når natronmengden økes videre til 33 g og 44 g, avtar effekten. Dette støttes av forskning som viser at når eddik blir den begrensende reaktanten, produseres det ikke mer CO<sub>2</sub> selv om man øker natronmengden (LABSci) (Lemberger). Dette betyr at systemet når et kjemisk metningspunkt, noe t-testene i denne undersøkelsen også bekrefter ved at forskjellene mellom modell 2, 3 og 4 ikke er statistisk signifikante.

Variasjonen i resultatene synker fra modell 1 til modell 4, og dette stemmer med funn fra undervisningsprosjekter som viser at raketter blir mer repeterbare når reaksjonen skjer raskt og kraftig, fordi små forskjeller i håndtering får mindre betydning (IngridScience, u.d.). Ved lav natronmengde er raketten imidlertid mer følsom for praktiske feilkilder, som treg korksetting eller gasslekkasje, noe som gir større variasjon.

Regresjonsanalysen viser en moderat positiv sammenheng mellom natronmengde og rekkevidde ( $r = 0,68$ ), men R<sup>2</sup>-verdien på omtrent 0,46 (46 %) viser at natronmengde bare forklarer litt under halvparten av variasjonen. Dette samsvarer med tidligere forskning som viser at resultatet også avhenger av faktorer som stabilitet, flaskedesign, friksjon, værforhold og hvor godt korken tetter åpningen (IngridScience, u.d.). Feilkilder som varierende reaksjonstid og hvor godt korken tetter åpningen er også nevnt i universitetsrapporter om natron-eddik-trykkreaksjoner (Claycomb, Zachary, & Tran, 2009), og dette kan forklare variasjoner i denne undersøkelsen.

Samlet sett viser undersøkelsen et tydelig mønster som samsvarer med tidligere teori og forskning. Økt natronmengde øker trykket og dermed rekkevidden frem til eddik blir begrensende, og presisjonen øker når reaksjonen nærmer seg maksimalt gassproduksjon. Feil i praktiske forhold forklarer resten av variasjonene i resultatene.

## Feilkilder og forbedringer

Med tanke på feilkildene som oppsto i undersøkelsen, finnes det flere tiltak som kunne forbedret både presisjon, kontroll og nøyaktighet i resultatene. En av de største utfordringene i forsøket var hvor raskt reaksjonen startet etter at natronet ble tilsatt, og hvor raskt korken kunne settes på. For å redusere denne feilkilden kunne man brukt en metode som forsinker reaksjonen, for eksempel ved å pakke inn natronet i en tepose, et kaffefilter eller en liten papirlomme. Dette ville gitt mer tid til å sette på korken og plassert alle modellene på grunnlag, ettersom reaksjonen først starter når emballasjen løsnes opp.

En annen forbedring ville vært å bruke en bedre metode for å sette på korken, der hvor godt korken tetter åpningen er den samme for hvert forsøk. I dette forsøket ble korken satt på manuelt, noe som førte til variasjon i hvor godt flasken var forseglet, og en liten forskjell i hvor hardt korken presses på kan endre hvor mye gass som slipper ut før trykket bygges opp. Et justerbart hurtiglåssystem, eller en forhånds justert kork, kunne redusert variasjonen.

Startvinkelen og plasseringen i utskyttingsrøret kunne vært forbedret også. Selv om røret ga god støtte, vil små forskjeller i hvordan flasken ble satt ned kunne påvirke vinkelen noen grader. En justerbar, låsbar rampe som sikrer lik vinkel ved hvert forsøk, ville økt sikkerheten ved resultatene. Dette er spesielt viktig fordi små vinkelendringer kan gi tydelige endringer i rekkevidden.

For å redusere miljømessige variasjoner kunne forsøket også vært gjennomført på et mer kontrollert sted, som for eksempel innendørs i en stor hall. Vind kan påvirke lettere raketter betydelig, og ettersom forsøkene ble utført utendørs, kan dette ha bidratt til variasjon. Å bruke vindmåler, dokumenterer forholdene eller å gjennomføre alle forsøkene på vindstille dager ville også økt kvaliteten på datagrunnlaget.

En annen metode for å øke presisjonen ville vært å øke antallet repetisjoner. Seks forsøk per modell gir et godt grunnlag, men flere repetisjoner ville redusert usikkerheten og gitt et enda tydeligere bilde av variasjon og gjennomsnitt. Dette kunne spesielt vært nyttig for modellene der forskjellene mellom resultatene var små.

Til slutt ville det vært nyttig å måle og registrere hvor mye gass som eventuelt slapp ut før korken ble satt på, eller hvor raskt flasken ble forseglet etter at natron ble tilsatt. Dette kunne blitt gjort med videofilmning i sakte film, som senere kunne analyseres for tidsforskjeller i reaksjonsstarten og korksetting. Slik informasjon ville gjort det lettere å tolke resultatene og vurdere hvor stor innvirkning disse faktorene hadde på rekkevidden.

Samlet sett kunne disse forbedringene redusert både tilfeldige og systematiske feil i forsøket, og samtidig gitt et mer presist grunnlag for å vurdere hvordan natronmengden påvirker rakettens rekkevidde.

## Konklusjon

Undersøkelsen viser at natronmengden har en klar påvirkning på rakettens rekkevidde, men kun frem til et visst nivå. Økningen fra 11 g til 22 g ga en tydelig og statistisk signifikant forbedring, noe som kan forklares med økt produksjon av CO<sub>2</sub> og høyere trykk. Når mengden økes videre til 33 g og 44 g, avtar effekten, og resultatet viser ingen signifikant forskjell. Dette indikerer at eddik mengden blir den begrensende faktoren, og at reaksjonen når et kjemisk metningspunkt.

Variasjonen i resultatene blir mindre ved høyere natronmengder, noe som tyder på mer stabil trykkoppbygning og med repeterbare forhold i de siste modellene. Likevel viste regresjonsanalysen at natronmengden bare forklarer omtrent halvparten av variasjonen, noe som betyr at flere praktiske forhold også påvirker resultatene.

Samlet sett støtter undersøkelsen både kjemisk teori og tidligere forskning. Økt natronmengde gir større rekkevidde fram til eddiken er oppbrukt, og presisjonen bedres når reaksjonen nærmer seg maksimal gassproduksjon. Videre forskning med forbedrede metoder og flere massenivåer kan gi et enda mer presist bilde av sammenhengen.

## Bibliografi

- (2025). Hentet fra Baking Soda and Vinegar Rockets - Student science project: [https://virtualfair.sarsef.org/wp-content/uploads/2025/02/3-PAS09-virtual\\_presentation-2025-02-21T061352.000Z.pdf](https://virtualfair.sarsef.org/wp-content/uploads/2025/02/3-PAS09-virtual_presentation-2025-02-21T061352.000Z.pdf)
- Claycomb, J. R., Zachary, C., & Tran, Q. (2009). *Baking Soda and Vinegar Rockets*. Houston Baptist University.
- Cysoda.com. (2025, Desember 8). Hentet fra Diy Vinegar And Baking Soda Rocket: Simple Homemade Science Fun: <https://cysoda.com/article/how-to-make-homemade-rocket-with-vinegar-and-baking-soda>
- IngridScience. (u.d.). *IngridScience.ca*. Hentet fra Rocket powered by baking soda and vinegar: <https://www.ingridscience.ca/node/70>
- LABSci. (u.d.). *Stoichiometry: Baking Soda and Vinegar Reactions*. Stanford University.
- Lemberger, T. R. (u.d.). *ANALYSIS OF BAKING SODA AND VINEGAR DEMONSTRATION*. Ohio state university.
- Staff, S. B. (2025, Juni 25). *Science Buddies.org*. Hentet fra Baking Soda and Vinegar Rockets: [https://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project-ideas/Chem\\_p086/chemistry/rocketology-baking-soda-vinegar-lift-off](https://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project-ideas/Chem_p086/chemistry/rocketology-baking-soda-vinegar-lift-off)