

# Brexit analyse.

Dit is een analyse over de Brexit peilingen in 2016.

Inhoud:

- Inleiding.
- Achtergrond verhaal van David Cowling.
- Gebruikte tools voor de analyse.
- De analyse.
- De conclusie.
- De gebruikte wiskunde.
- De gebruikte R-code.

## **Inleiding:**

In juni 2016 hield het Verenigd Koninkrijk (VK) een referendum om te bepalen of het land in de Europese Unie (EU) zou blijven ("Remain") of de EU zou verlaten ("Leave"). Dit referendum staat algemeen bekend als Brexit. Hoewel de media en anderen de peilingsresultaten interpreteerden als een voorspelling van "Remain" ( $P > 0.5$ ), was het daadwerkelijke aandeel dat voor "Remain" stemde slechts 48,1% ( $P = 0.481$ ). Het VK stemde dus om de EU te verlaten. Peilingbureaus in het VK werden bekritiseerd omdat zij de steun voor "Remain" hadden overschat.

## **Achtergrond verhaal van David Cowling:**

David Cowling

Voormalig redacteur, BBC Political Research

Overwinningen voor Donald Trump en Brexit hebben de opiniepeilers opnieuw in verwarring gebracht, nadat de meesten de algemene verkiezingen van 2015 verkeerd inschatten. Maar waren zij de schuldigen?

Na de peilingblamage van de algemene verkiezingen in 2015 sprak ik met een oude vriend uit het vak. Hij zei dat je normaal gesproken na zo'n slechte ervaring vijf jaar moet wachten tot de volgende verkiezingen om te zien of de aangebrachte veranderingen echt werken.

Het beloofde EU-referendum betekende echter dat hij en zijn collega-peilers veel eerder getest zouden worden.

Het is belangrijk om de omvang van de mislukking in 2015 te herinneren, omdat die de toon zette voor de gebeurtenissen van 2016. Terwijl er op 7 mei 2015 een voorsprong van zeven procentpunten voor de Conservatieven onder kiezers bestond, suggereerde 18% van de campagnepeilingen een nek-aan-nek-race en nog eens 46% een voorsprong voor Labour.

Van de 36% peilingen die tijdens de zes weken durende campagne een Conservatieve voorsprong registreerden, publiceerde driekwart een voorsprong die minder dan de helft van de werkelijke zeven punten bedroeg.

Binnen 24 uur na sluiting van de stembus verklaarde de British Polling Council, gesteund door de Market Research Society, in typisch Engels understatement dat "de laatste opiniepeilingen voor de verkiezingen duidelijk niet zo accuraat waren als we zouden willen" en kondigde een onafhankelijk onderzoek aan naar de oorzaken van deze vertekening. Het rapport, gepubliceerd in maart, concludeerde dat de primaire oorzaak van de misser in 2015 niet-representatieve steekproeven waren.

De methoden die peilers gebruikten om kiezers te selecteren, oververtegenwoordigde systematisch Labour-aanhangers en ondervertegenwoordigden Conservatieve kiezers. Statistische correcties konden dit probleem nauwelijks verhelpen. Andere mogelijke oorzaken droegen hooguit marginaal bij aan de totale fout.

Peilingsbureaus wachtten niet op het rapport voordat ze hun methoden aanpasten, maar het referendum van juni over het EU-lidmaatschap bracht extra uitdagingen.

Op het eerste gezicht zou het EU-referendum eenvoudiger moeten zijn: in plaats van vier of meer partijen zijn er slechts twee keuzes – blijven of vertrekken.

Maar er ontbrak een cruciaal element: gegevens over hoe mensen eerder hadden gestemd. Bij Westminster-peilingen wordt altijd gevraagd naar zowel de huidige stemintentie als het stemgedrag bij de vorige verkiezingen. Dat helpt om steekproeven te corrigeren. Voor het referendum van 2016 bestond zo'n referentie niet, omdat er slechts één eerder referendum was geweest, in 1975.



Mike Smithson van Political Betting verzet zich fel tegen de stelling dat de peilingen in 2016 net zo rampzalig waren als in 2015. Hij berekende dat van de 34 peilingen tijdens de referendumcampagne er 17 een voorsprong voor Leave gaven, 14 voor Remain en 3 een gelijkspel.

Toch blijft de klassieke toets de vergelijking tussen de laatste peilingen en de werkelijke uitslag. Op dat punt bleef de sector in het vagevuur.

In juni meldde de British Polling Council dat geen enkel bureau de uitslag correct voorspelde. In drie gevallen lag de uitslag binnen de foutmarge van  $\pm 3$  punten, in één geval werd Leave correct als winnaar geschat.

In de overige vier werd steun voor Remain duidelijk overschat.

“Dit is een teleurstellend resultaat voor de peilers en voor de BPC, vooral omdat elke peiling, zelfs binnen de foutmarge, het aandeel voor Remain overschatte.”

Daarnaast waren er drie peilingen op de dag zelf (BMG, YouGov en Ipsos MORI) die Remain-leads van 53%, 52% en 54% voorspelden.

We hebben peilingen gezien die consequent Labour overschatten en velen die Remain overschatten. Vaak werden fouten vergeten omdat de peilingen toch de juiste winnaar voorspelden. Maar de doodzonde is het verkeerde resultaat voorspellen – en dat is precies wat er gebeurde bij de twee grootste politieke gebeurtenissen van 2015 en 2016.

#### Gebruikte tools voor de analyse:

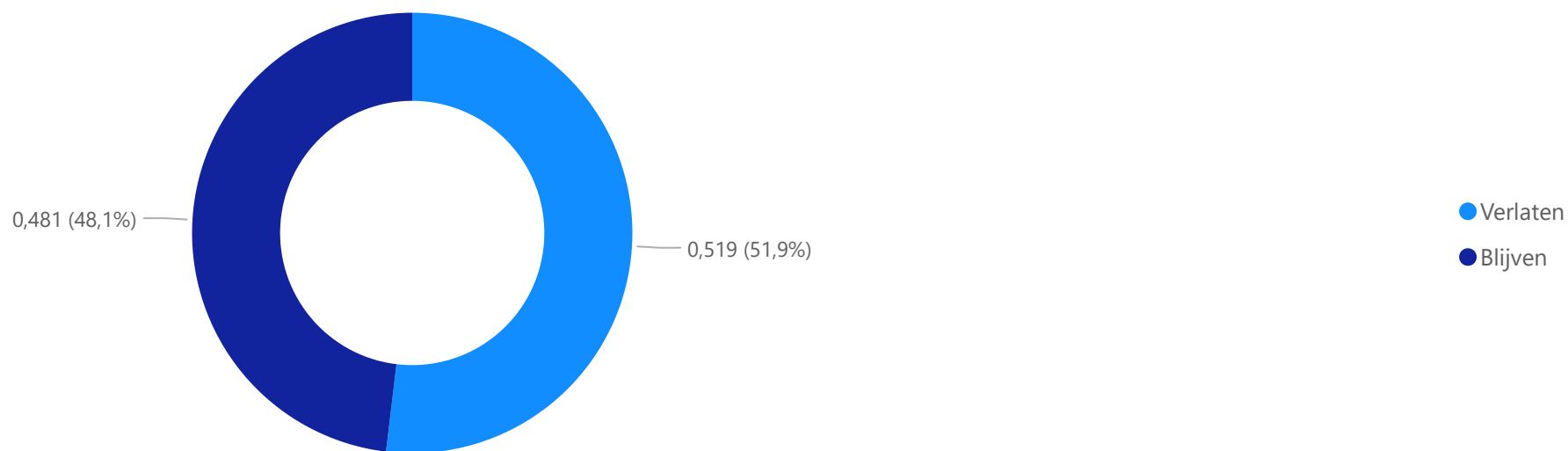
- R-studio.
- Libre office writer.
- Libre office math.
- Power BI.

#### De analyse:

In dit onderzoek gebruiken we de echte peilingen die gedaan zijn in de UK voorafgaande aan de stemming.

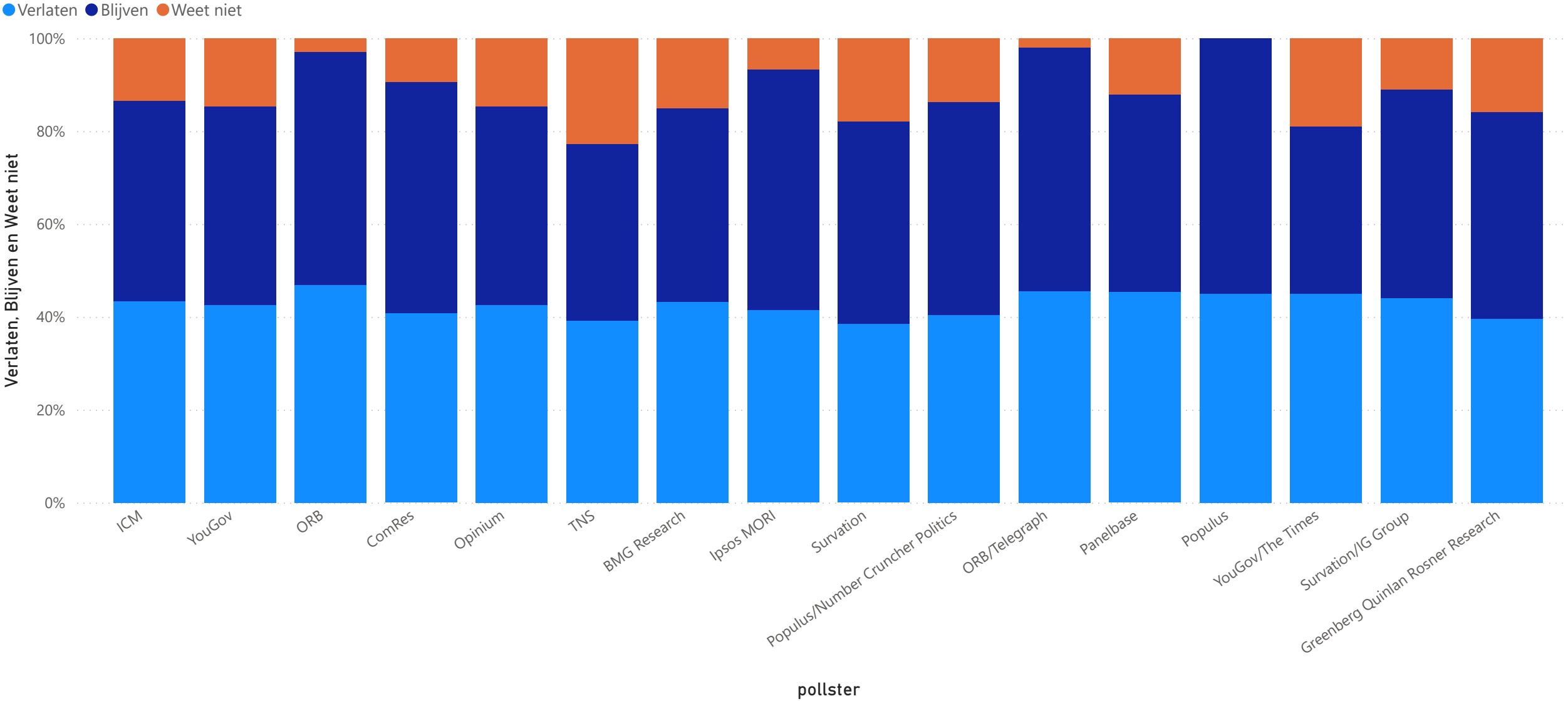
We kijken eerst hoe de stemmingen zijn uitgepakt, we weten dat de UK maar met 48,1% voor blijven in de EU gestemd heeft. Hieronder zie je wat de peilingen zeggen.

#### Verlaten en Blijven



Nu kijken we naar de peilingen die gedaan zijn door diverse peiling bureaus.

Verlaten, Blijven en Weet niet per pollster



Als je om een eerste indruk vraagt, dan laat de bovenstaande grafiek een nek aan nek race zien. De peilingen schommelen rond de 50%.

Hoe beginnen we met de analyse?

Eerst wat weten we:

- de peilingen uit de data set.
- Het werkelijke percentage van 48,1% dat gekozen heeft om te blijven.
- UK heeft toch de EU verlaten.

Hoe gaan we nu verder?

Alle peilingen zijn steekproeven, en wisten de echte uitslag dus niet. Dat moeten we nabootsen maar dan met de echte waarde van 48,1%. Deze P fungeert dus als een waarde om je te laten zien wat je zou verwachten in een steekproef.

Stel we houden een steekproef onder 1500 inwoners van de UK. Dan rekenen we eerst uit wat het aantal kiezers zou zijn die voor blijven stemt.

Vervolgens doen we nog meer sommetjes om achter de verwachte waarde van onze steekproef te komen.

*Als we een steekproef van een peiling van  $n=1500$  kiezers beschouwen, en  $p=0,481$ , en de spreiding  $d=2*(p-1)$ :*

*Dan is het verwachte aantal kiezers dat voor blijven stemt :*

$$E[X] = n * p$$

$$E[X] = 1500 * 0,481 = 722$$

*De afwijking van het aantal blijven keisers is dan :*

$$SE(X) = \sqrt{(n * p * (1 - p))}$$

$$SE(X) = \sqrt{(1500 * 0,481 * (1 - 0,481))} = 19,4$$

*Als w nu puur theoretisch naar de verwachte waarde van de blijvers kijken, dan is de verwachte waarde :*

$$E[\hat{p}] = p = 0,481$$

*En de afwijking is dan :*

$$SE(\hat{p}) = \sqrt{\left(\frac{p * (1 - p)}{n}\right)}$$

$$SE(\hat{p}) = \sqrt{\left(\frac{0,481 * (1 - 0,481)}{1500}\right)} = 0,0129$$

*Als we kijken naar de spreiding en de afwijking :*

$$E[d] = 2 * p - 1$$

$$E[d] = 2 * 0,481 - 1 = -0,038$$

$$SE(d) = 2 * SE(\hat{p})$$

$$SE(d) = 2 * SE(0,0129) = 0,0258$$

*Dan zien we dat de verlaters 3.8% voor liggen op de blijvers , met een afwijking van 2.6 %*

Wat weten we nu?

De verwachte waarde, het verschil tussen blijven en weggaan, op basis van een steekproef van 1500 inwoners, en de echte uitslag van 48,1% blijven, geeft ons dus:

- De EU verlaters liggen 3,8% voor op de EU blijvers. Met een afwijking van 2,6%.
- Met andere woorden, het getal kan nooit op 0 uitkomen. De UK verlaat de EU.

Nu is het tijd om deze cijfers met de peilingen in de UK te vergelijken.

Als we voor alle peilingen het gemiddelde nemen van de verwachte waarden, en de standaard afwijking, dan zien we:

Een gemiddelde verwachte waarde van 0.51 met een afwijking van 0.0294.

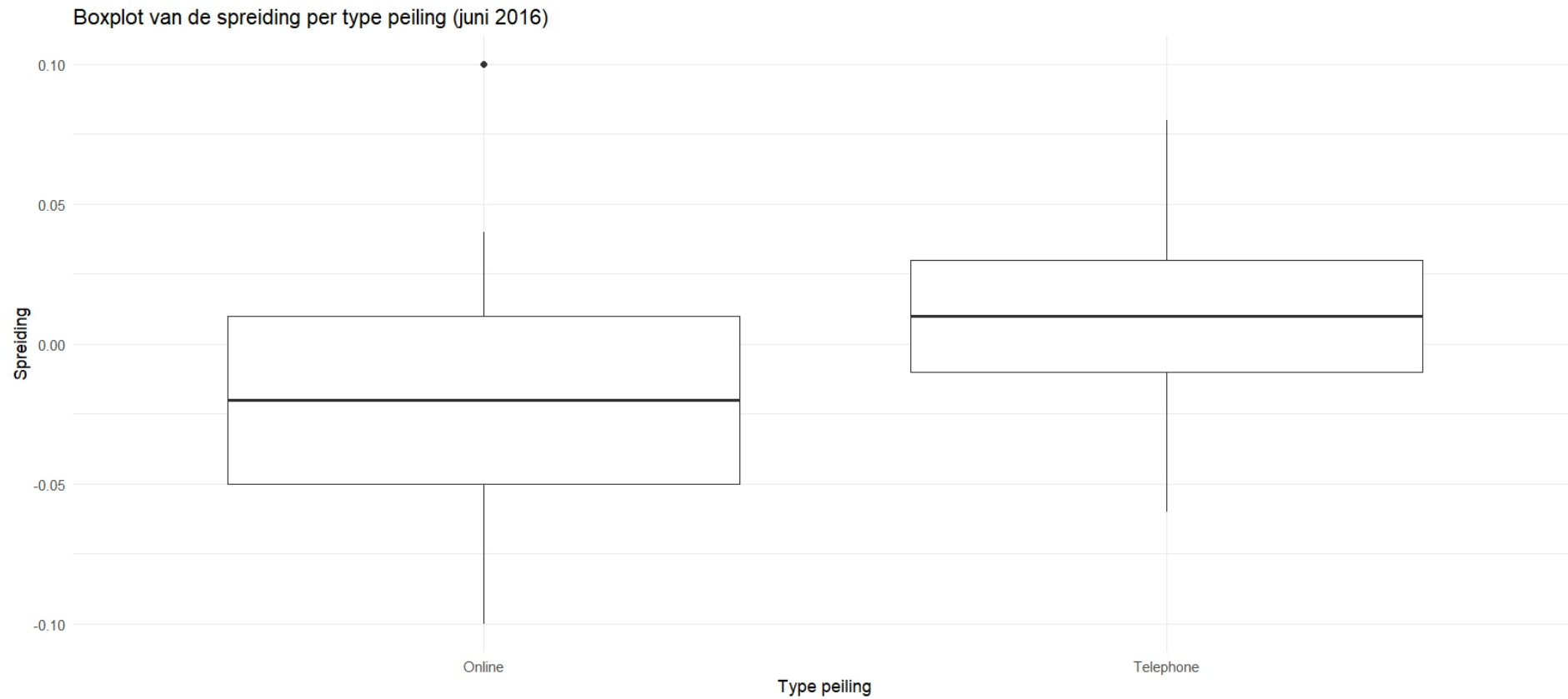
Dit zegt wat anders dan onze steekproef.

Als we nu naar een peiling in de dataset gaan kijken, en dan met name naar de 95%betrouwbaarheidsinterval.

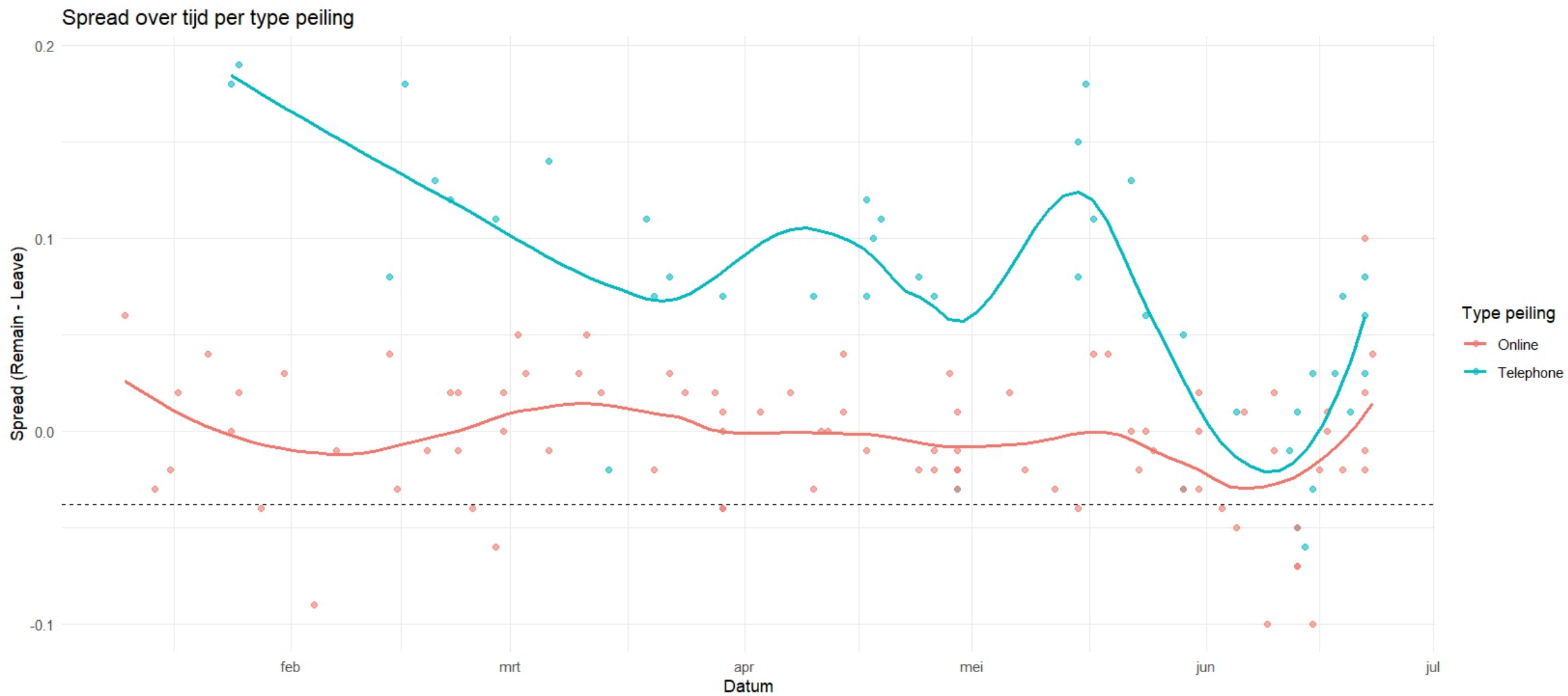
Dan zien we dat de boven grens op 0.534 ligt en de onder grens op 0.506

Ook dit suggereert dat men in de UK bij de EU willen blijven.

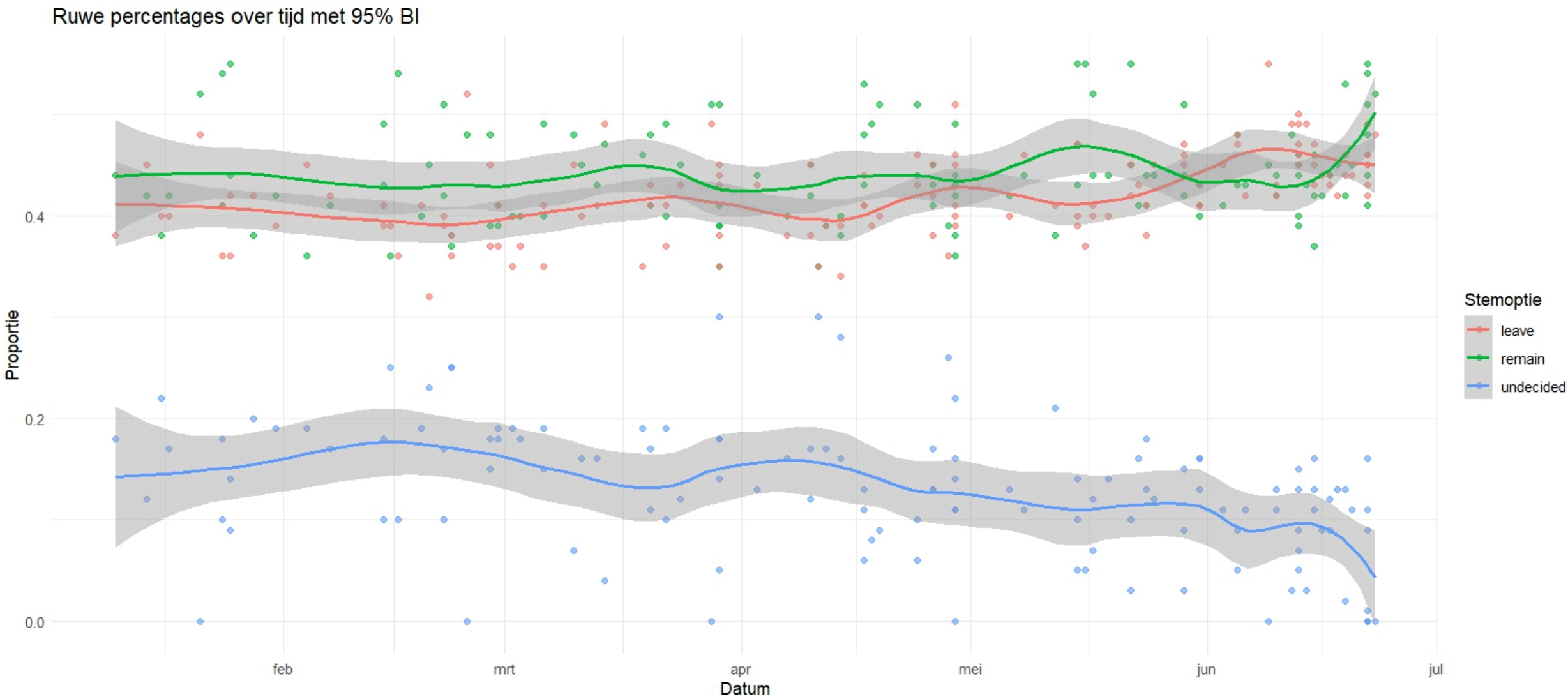
Deze peilingen waren online en via de telefoon uitgevoerd. Laten we eens kijken naar een box-plot van het type peiling over de hele tijdsperiode.



Het is al gelijk duidelijk dat telefoon peilingen een voorkeur hebben voor “blijven”.  
Als ik dit nu verifieer met de spreiding over tijd, dan is het nog duidelijker.



Als we nu naar de ruwe percentages over tijd gaan kijken met een 95% betrouwbaarheids-interval, zien we dat de intervallen elkaar over de hele periode overlappen. Maar we kunnen zeggen dat de algemene trend in de richting van “blijven”ging.





Is dit nou toeval, of is er een bias in het spel? Als ik een kruistabel maak van het peiling type en hoe vaak de werkelijke waarde voorkomt in de betrouwbaarheid interval, en ik voer daar een CHI-kwadraat toets op uit, dan krijg ik de volgende waarden:

data: tab

X-squared = 11, df = 1, p-value = 0.001

Dit is zo veel lager dan de gebruikelijke grens van 0,05, dat we de nul hypothese wel moeten verwerpen. Er is dus geen toeval in het spel.

Er zit dus een bias in de online en telefonische peilingen. Als ik beide vergelijk krijg ik voor online als ik de werkelijke waarde = "waar" deel door "niet waar" = 1,3. en voor telefonisch, krijg ik 0,312.

Als ik dan naar de ratio kijk, zie ik dat de werkelijke waarde 4,15 keer meer voorkomt in de online peilingen dan in de telefonische peilingen.

### **Conclusie:**

De analyse van de Brexit-peilingen van 2016 toont aan dat de peilbureaus de steun voor "Remain" significant en systematisch hebben overschat. De foutmarge was geen gevolg van toeval (steekproeffout), maar van een duidelijke **methodologische bias**. Telefonische en online peilingen vertoonden een significant verschil in nauwkeurigheid, waarbij de telefonische methoden minder vaak de werkelijke uitkomst correct voorspelden. Minder dan 60% van de betrouwbaarheidsintervallen bevatte de uiteindelijke uitslag, wat wijst op een structureel falen van de peilmethoden om een representatieve steekproef van de Britse kiezerspopulatie te vangen.

## De gebruikte wiskunde:

Als we een steekproef van een peiling van  $n=1500$  kiezers beschouwen, en  $p=0,481$ , en de spreiding  $d=2*(p-1)$ :

Dan is het verwachte aantal kiezers dat voor blijven stemt:

$$E[X]=n*p$$

$$E[X]=1500*0,481=722$$

De afwijking van het aantal blijven keisers is dan:

$$SE(X)=\sqrt{(n*p*(1-p))}$$

$$SE(X)=\sqrt{(1500*0,481*(1-0,481))}=19,4$$

Als w nu puur theoretisch naar de verwachte waarde van de blijvers kijken, dan is de verwachte waarde:

$$E[\hat{p}]=p=0,481$$

En de afwijking is dan:

$$SE(\hat{p})=\sqrt{\left(\frac{p*(1-p)}{n}\right)}$$

$$SE(\hat{p})=\sqrt{\left(\frac{0,481*(1-0,481)}{1500}\right)}=0,0129$$

Als we kijken naar de spreiding en de afwijking:

$$E[d]=2*p-1$$

$$E[d]=2*0,481-1=-0,038$$

$$SE(d)=2*SE(\hat{p})$$

$$SE(d)=2*SE(0,0129)=0,0258$$

Dan zien we dat de verlaters 3.8% voor liggen op de blijvers, met een afwijking van 2.6%

Nu gaan we kijken naar de echte peilingen

De spreiding is al gegeven, en wordt gedefinieerd als:

$$spread=P_{\text{remain}}^{\wedge}-P_{\text{leave}}^{\wedge}$$

$$\text{Ofwel: } spread=P-(1-P)$$

Als we dit herrangschikken, krijgen we:  $spread=P-1+P$

wat gelijk is aan:

$$spread=2*P-1$$

als we  $P$  nu isoleren, krijgen we voor  $P$ :

$$P=\frac{(spread+1)}{2}$$

Dit is onze geschatte waarden voor de peilingen.

## De gebruikte R-code:

### Data

overvieww <- "In juni 2016 hield het Verenigd Koninkrijk (VK) een referendum om te bepalen of het land in de Europese Unie (EU) zou blijven ("Remain") of de EU zou verlaten ("Leave"). Dit referendum staat algemeen bekend als Brexit. Hoewel de media en anderen de peilingsresultaten interpreteerden als een voorspelling van "Remain" ( $P > 0.5$ ), was het daadwerkelijke aandeel dat voor "Remain" stemde slechts 48,1% ( $P = 0.481$ ). Het VK stemde dus om de EU te verlaten. Peilingbureaus in het VK werden bekritiseerd omdat zij de steun voor "Remain" hadden overschat."

```
#-----
```

```
# suggested libraries and options
```

```
library(tidyverse)
```

```
library(writexl)
```

```
options(digits = 3)
```

```
# load brexit_polls object
```

```
library(dslabs)
```

```
data(brexit_polls)
```

```
p <- 0.481 # official proportion voting "Remain"
```

```
d <- 2*p-1 # official spread
```

```
spread <- brexit_polls |> pull(spread)
```

```
x_hat <- (spread + 1) / 2
```

```
brexit_polls <- brexit_polls %>%
```

```
  mutate(x_hat = x_hat)
```

```
# Exporteer naar Excel
```

```
write_xlsx(brexit_polls, "C:/Users/mono-/OneDrive/Bureaublad/portfolio/Brexit analyse/data/brexit_polls.xlsx")
```

## Berekeningen

```
verwacht_remain <- p * 1500
verwacht_remain
# werwachte_remain = 722 het verwachte totale aantal kiezers in de steekproef dat voor "Remain" kiest?
#-----
standaardfout_steekproef <- sqrt(1500 * p * (1-p))
standaardfout_steekproef
# standaardfout_steekproef = 19.4
#-----
#> Wat is de verwachtingswaarde van X_roof, het aandeel kiezers dat voor "Remain" stemt?
X_roof <- p
X_roof
# X_roof = 0.481
#-----
#> Wat is de standaardfout van , het aandeel kiezers dat voor "Remain" stemt?
standaardfout_remain <- sqrt(p * (1-p) / 1500)
standaardfout_remain
# standaardfout_remain = 0.0129
#-----
#> Wat is de verwachtingswaarde van d, het verschil tussen het aandeel "Remain"-kiezers en "Leave"-kiezers?
verwachtingswaarde_d <- p-(1-p)
verwachtingswaarde_d
# verwachtingswaarde_d = -0.038
#-----
#> Wat is de standaardfout van d, het verschil tussen het aandeel "Remain"-kiezers en "Leave"-kiezers?
standaardfout_d <- 2 * sqrt(p * (1-p) / 1500)
standaardfout_d
# standaardfout_d = 0.0258
mean(spread)
# mean(spread) = 0.0201
#-----
#> wat is de standaarddeviatie van de waargenomen spreiding?

sd(spread)
# de standaarddeviatie = 0.0588
#-----
# Wat is het gemiddelde van x_hat, de schattingen van de parameter p?
mean(x_hat)
# het gemiddelde van x_hat = 0.51
#-----
```

```

#Wat is de standaarddeviatie van x_hat?
sd(x_hat)
# de standaarddeviatie van x_hat = 0.0294
#-----
# Beschouw de eerste peiling in brexit_polls, een YouGov-peiling die werd
# uitgevoerd op dezelfde dag als het Brexit-referendum:
brexit_polls[1,]
N <- brexit_polls[1,]$samplesize
x_hat_poll <- brexit_polls[1,]$x_hat
# Gebruik qnorm() om het 95%-betrouwbaarheidsinterval voor x_hat te berekenen.
# Wat is de ondergrens van het 95%-betrouwbaarheidsinterval?
ondergrens <- (x_hat_poll - qnorm(0.975) * sqrt(x_hat_poll * (1 - x_hat_poll) / N)
)
ondergrens
# ondergrens = 0.506
#-----
# Wat is de bovengrens van het 95%-betrouwbaarheidsinterval?
bovengrens <- (x_hat_poll + qnorm(0.975) * sqrt(x_hat_poll * (1 - x_hat_poll) / N)
)
bovengrens
# bovengrens = 0.534
#-----
# maak een dataframe die alleen peilingen bevat van 2016-06-01 of later.
june_polls <- brexit_polls |>
  filter(enddate >= "2016-06-01")
# Bereken de geschatte standaardfout van de geschatte waarde x_hat met zijn samplesize.
june_polls <- june_polls |>
  mutate(se_x_hat = sqrt(x_hat * (1 - x_hat) / samplesize))
# Bereken de standaardfout van de speiding, gegeven se_x_hat.
june_polls <- june_polls |>
  mutate(se_spread = 2 * se_x_hat)
# Bereken de boven en ondergrenzen voor het 95% betrouwbaarheids interval van de spreiding.
june_polls <- june_polls |>
  mutate(boven = (spread + qnorm(0.975) * se_spread), onder = (spread - qnorm(0.975) * se_spread))
# Maak een kolom "hit" die aangeeft of het betrouwbaarheids interval voor
#elke peiling de correcte spreiding d = -0.038 omvat.
june_polls <- june_polls |>
  mutate(hit = (d >= onder & d <= boven))

```

```
# Hoeveel peilingen zitten er in june_polls ?
```

```
nrow(june_polls)
```

```
# er zitten 32 peilingen in june_polls
```

```
# Welk aandeel van de peilingen heeft een betrouwbaarheidsinterval dat de waarde 0 omvat?
```

```
mean(june_polls$onder <= 0 & june_polls$boven >= 0)
```

```
# Het aandeel van peilingen dat de waarde 0 omvat = 0.625
```

```
# Welk aandeel van de peilingen voorspelt "Remain" (betrouwbaarheidsinterval volledig boven 0)?
```

```
mean(june_polls$onder > 0)
```

```
# Het aandeel dat volledig bove 0 ligt = 0.125
```

```
# Welk aandeel van de peilingen heeft een betrouwbaarheidsinterval dat de werkelijke waarde van d omvat?
```

```
mean(june_polls$hit)
```

```
# het aandeel van peilingen dat de werkelijke waarde d omvat = 0.5625
```

```
# tabel
```

```
tibble(
```

```
  aantal_peilingen = nrow(june_polls),
```

```
  aandeel_omvat_0 = mean(june_polls$onder <= 0 & june_polls$boven >= 0),
```

```
  aandeel_remain = mean(june_polls$onder > 0),
```

```
  aandeel_hit_d = mean(june_polls$hit)
```

```
)
```

```
# Groepeer en vat het june_polls-object samen per peiler (pollster) om het aandeel hits
```

```
# per peiler en het aantal peilingen per peiler te vinden. Gebruik arrange() om te sorteren op hit-ratio.
```

```
june_polls %>%
```

```
  group_by(pollster) %>%
```

```
  summarise(
```

```
    aantal_peilingen = n(),
```

```
    aandeel_hits = mean(hit)
```

```
  ) %>%
```

```
  arrange(desc(aandeel_hits))
```

```
combined_by_type <- june_polls %>%
```

```
  group_by(poll_type) %>%
```

```
  summarize(N = sum(samplesize),
```

```
            spread = sum(spread*samplesize)/N,
```

```
            p_hat = (spread + 1)/2)
```

```
# Wat is de ondergrens van het 95%-betrouwbaarheidsinterval voor online-kiezers?
```

```

se_p_hat <- sqrt(combined_by_type$p_hat * (1 - combined_by_type$p_hat) / combined_by_type$N)
se_combined_spread <- 2 * se_p_hat
ondergrens_spread <- combined_by_type$spread - qnorm(0.975) * se_combined_spread
ondergrens_online <- ondergrens_spread[combined_by_type$poll_type == "Online"]
ondergrens_online

```

```

ondergrens_spread_tel <- combined_by_type$spread - qnorm(0.975) * se_combined_spread
ondergrens_tel <- ondergrens_spread_tel[combined_by_type$poll_type == "Telephone"]
ondergrens_tel

```

```

# Wat is de bovengrens van het 95%-betrouwbaarheidsinterval voor online-kiezers?
bovengrens_spread <- combined_by_type$spread + qnorm(0.975) * se_combined_spread
bovengrens_online <- bovengrens_spread[combined_by_type$poll_type == "Online"]
bovengrens_online

```

```

bovengrens_spread_tel <- combined_by_type$spread + qnorm(0.975) * se_combined_spread
bovengrens_tel <- bovengrens_spread_tel[combined_by_type$poll_type == "Telephone"]
bovengrens_tel

```

```

#-----

```

```

brexit_hit <- brexit_polls %>%
  mutate(p_hat = (spread + 1)/2,
         se_spread = 2*sqrt(p_hat*(1-p_hat)/samplesize),
         spread_lower = spread - qnorm(.975)*se_spread,
         spread_upper = spread + qnorm(.975)*se_spread,
         hit = spread_lower < -0.038 & spread_upper > -0.038) %>%
  select(poll_type, hit)

```

```

# Maak een kruistabel van poll_type en hit
tab <- table(brexit_hit$poll_type, brexit_hit$hit)

```

```

# Voer chi-kwadraat toets uit

```

```

chisq.test(tab)
online_odds <- tab["Online","TRUE"] / tab["Online","FALSE"]
online_odds
telephone_odds <- tab["Telephone","TRUE"] / tab["Telephone","FALSE"]
telephone_odds
odds_ratio <- online_odds / telephone_odds
odds_ratio

```

```

# Zet data in long format

```

```

brexit_long <- brexit_polls %>%
  gather(vote, proportion, "remain":"undecided") %>%
  mutate(vote = factor(vote))

```

## Plots

# Maak een boxplot van de spreiding in june\_polls per type peiling (poll type).

```
library(ggplot2)

ggplot(june_polls, aes(x = poll_type, y = spread)) +
  geom_boxplot() +
  labs(
    title = "Boxplot van de spreiding per type peiling (juni 2016)",
    x = "Type peiling",
    y = "Spreiding"
  ) +
  theme_minimal()
```

# Plot van spread over tijd, gekleurd naar poll\_type

```
brexit_polls %>%
  ggplot(aes(x = enddate, y = spread, color = poll_type)) +
  geom_point(alpha = 0.6) +
  geom_smooth(method = "loess", span = 0.4, se = FALSE) +
  geom_hline(yintercept = -0.038, linetype = "dashed", color = "black") +
  labs(title = "Spread over tijd per type peiling",
    x = "Datum",
    y = "Spread (Remain - Leave)",
    color = "Type peiling") +
  theme_minimal()
```

# Plot met confidence bands rond de curves

```
brexit_long %>%
  ggplot(aes(x = enddate, y = proportion, color = vote)) +
  geom_point(alpha = 0.6) +
  geom_smooth(method = "loess", span = 0.3, se = TRUE) + # se=TRUE voegt 95% BI toe
  labs(title = "Ruwe percentages over tijd met 95% BI",
    x = "Datum",
    y = "Proportie",
    color = "Stemoptie") +
  theme_minimal()
```