# Ethische Fragen bei Entscheidungsalgorithmen

## Ideen der Informatik

Kurt Mehlhorn

max planck institut informatik

SIC Saarland Informatics Campus

Juni 2021

# Zwei ethische Probleme

- Qualität und Fairness bei Entscheidungsalgorithmen:
  - Qualität: Ist die Entscheidung gut begründet?
  - Fairness: Gleichbehandlung verschiedener Gruppen.
  - Werden diese Frage diskutieren an Hand von COMPAS, einer Software, die abschätzt, ob Straftäter rückfällig werden.
  - Literatur:
    - Angwin, Julia; Larson, Jeff (2016-05-23). "Machine Bias". ProPublica.
    - Alexandra Chouldechova: Fair prediction with disparate impact: A study of bias in recidivism prediction instruments.
- Wahl zwischen zwei Übeln:
  - Das Trolley-Dilemma
  - Literatur:

    `https://autonoblog.de/2019/03/22/ethik-autonomes-fahren-ii-trolley-probleme/`
  - Autonomes Fahren halbiert die Anzahl der Verkehrstoten.

# COMPAS

Excerpt from Wikipedia: **COMPAS** = Decision Support Tool to assess the likelihood of a defendant becoming a recidivist.

The Violent Recidivism score is meant to predict violent offenses following release. The risk score is computed from the following data: age, age-at-first-arrest, history-violence, vocation education, history of non-compliance. The function is learned from past data.

**Critique with respect to fairness and accuray** by ProPublica: “blacks are almost twice as likely as whites to be labeled a higher risk but not actually re-offend,” whereas “the opposite mistake is made for whites: They are much more likely than blacks to be labeled lower-risk but go on to commit other crimes.”

They also found that only 20 percent of people predicted to commit violent crimes actually went on to do so.

Kreditvergabe: Schufa benutzt automatische Verfahren zur Vorhersage von Kreditwürdigkeit.

# Ein Beispiel für Compas

| | | Vorhersage | | |
|---|---|---|---|---|
| | | H = 0 | H = 1 | |
| Wahrheit | Y = 0 | 1449 | 362 | 1811 |
| | Y = 1 | 1141 | 744 | 1885 |
| | | 2690 | 1006 | 3996 |

Compas hatte die Daten von 3996 Straftätern. Davon wurden 1885 rückfällig (Y =1), 1811 wurden nicht rückfällig (Zeile Y = 0).

Vorhersagen der Software: H = 1 bedeutet “Vorhersage = wird rückfällig”.

- Bei den nicht Rückfälligen (Zeile Y = 0): 1449 Mal wurde korrekt vorhergesagt (H = 0), 362 Mal inkorrekt (H = 1).
- Bei den Rückfälligen (Zeile Y = 1): 1141 Mal wurde nicht korrekt vorhergesagt und 744 Mal wurde korrekt vorhergesagt.
- Die Vorhersage H = 1 ist in 744 von 1006 Fällen richtig, das sind etwa 74%.
- Die Rate der falsch Positiven ist 362 von 1811, das sind etwa 20%.
- Die Rate der falsch Negativen ist 1141 von 1885, das sind etwa 60%.

# Ein Beispiel für Compas (getrennt nach Hautfarbe)

| | | Vorhersage H = 0 | Vorhersage H = 1 | |
|---|---|---|---|---|
| Wahrheit | Y = 0 | 1449 | 362 | 1811 |
| | Y = 1 | 1141 | 744 | 1885 |
| | | 2690 | 1006 | 3996 |

Compas hatte die Daten von 3996 schwarzen Straftätern. Davon wurden 1885 rückfällig (Y =1), 1811 wurden nicht rückfällig (Zeile Y = 0). Prozentsatz der Rückfälligen etwa 51%.

- Die Vorhersage H = 1 ist in 744 von 1006 Fällen richtig, das sind etwa 74%.
- Die Rate der falsch Positiven ist 362 von 1811, das sind etwa 20%.
- Die Rate der falsch Negativen ist 1141 von 1885, das sind etwa 60%.

| | | Vorhersage H = 0 | Vorhersage H = 1 | |
|---|---|---|---|---|
| Wahrheit | Y = 0 | 1346 | 150 | 1496 |
| | Y = 1 | 691 | 266 | 957 |
| | | 2037 | 416 | 2453 |

Compas hatte die Daten von 2453 weißen Straftätern. Davon wurden 957 rückfällig (Y =1), 1496 wurden nicht rückfällig (Zeile Y = 0). Prozentsatz der Rückfälligen = 39%.

- Die Vorhersage H = 1 ist in 266 von 416 Fällen richtig, das sind etwa 74%.
- Die Rate der falsch Positiven ist 150 von 1496, das sind etwa 10%.
- Die Rate der falsch Negativen ist 691 von 957, das sind etwa 72%.

- Aussage der Firma: Unsere Software diskrimiert nicht: Die positive Vorhersagekorrektheit ist jeweils 74%.
- ProPublica: Die Software diskrimiert: Die Rate der falsch Positiven ist bei Schwarzen 20% und bei Weißen nur 10%. Dagegen ist die Rate der falsch Negativen bei den Weißen deutlich höher.

**Wer hat Recht? Beide und keiner und das ist unvermeidbar.**

# Ein Beispiel für Compas (getrennt nach Hautfarbe)

| | | Vorhersage H = 0 | Vorhersage H = 1 | |
|---|---|---|---|---|
| Wahrheit | Y = 0 | 1449 | 362 | 1811 |
| | Y = 1 | 1141 | 744 | 1885 |
| | | 2690 | 1006 | 3996 |

Compas hatte die Daten von 3996 schwarzen Straftätern. Davon wurden 1885 rückfällig (Y =1), 1811 wurden nicht rückfällig (Zeile Y = 0). Prozentsatz der Rückfälligen etwa 51%.

- Die Vorhersage H = 1 ist in 744 von 1006 Fällen richtig, das sind etwa 74%.
- Die Rate der falsch Positiven ist 362 von 1811, das sind etwa 20%.
- Die Rate der falsch Negativen ist 1141 von 1885, das sind etwa 60%.

| | | Vorhersage H = 0 | Vorhersage H = 1 | |
|---|---|---|---|---|
| Wahrheit | Y = 0 | 1346 | 150 | 1496 |
| | Y = 1 | 691 | 266 | 957 |
| | | 2037 | 416 | 2453 |

Compas hatte die Daten von 2453 weißen Straftätern. Davon wurden 957 rückfällig (Y =1), 1496 wurden nicht rückfällig (Zeile Y = 0). Prozentsatz der Rückfälligen = 39%.

- Die Vorhersage H = 1 ist in 266 von 416 Fällen richtig, das sind etwa 74%.
- Die Rate der falsch Positiven ist 150 von 1496, das sind etwa 10%.
- Die Rate der falsch Negativen ist 691 von 957, das sind etwa 72%.

- Aussage der Firma: Unsere Software diskrimiert nicht: Die positive Vorhersagekorrektheit ist jeweils 74%.
- ProPublica: Die Software diskrimiert: Die Rate der falsch Positiven ist bei Schwarzen 20% und bei Weißen nur 10%. Dagegen ist die Rate der falsch Negativen bei den Weißen deutlich höher.

**Wer hat Recht? Beide und keiner und das ist unvermeidbar.**

# Ein Beispiel für Compas (getrennt nach Hautfarbe)

| | | Vorhersage H = 0 | Vorhersage H = 1 | |
|---|---|---|---|---|
| Wahrheit | Y = 0 | 1449 | 362 | 1811 |
| | Y = 1 | 1141 | 744 | 1885 |
| | | 2690 | 1006 | 3996 |

Compas hatte die Daten von 3996 schwarzen Straftätern. Davon wurden 1885 rückfällig (Y =1), 1811 wurden nicht rückfällig (Zeile Y = 0). Prozentsatz der Rückfälligen etwa 51%.

- Die Vorhersage H = 1 ist in 744 von 1006 Fällen richtig, das sind etwa 74%.
- Die Rate der falsch Positiven ist 362 von 1811, das sind etwa 20%.
- Die Rate der falsch Negativen ist 1141 von 1885, das sind etwa 60%.

| | | Vorhersage H = 0 | Vorhersage H = 1 | |
|---|---|---|---|---|
| Wahrheit | Y = 0 | 1346 | 150 | 1496 |
| | Y = 1 | 691 | 266 | 957 |
| | | 2037 | 416 | 2453 |

Compas hatte die Daten von 2453 weißen Straftätern. Davon wurden 957 rückfällig (Y =1), 1496 wurden nicht rückfällig (Zeile Y = 0). Prozentsatz der Rückfälligen = 39%.

- Die Vorhersage H = 1 ist in 266 von 416 Fällen richtig, das sind etwa 74%.
- Die Rate der falsch Positiven ist 150 von 1496, das sind etwa 10%.
- Die Rate der falsch Negativen ist 691 von 957, das sind etwa 72%.

- Aussage der Firma: Unsere Software diskrimiert nicht: Die positive Vorhersagekorrektheit ist jeweils 74%.
- ProPublica: Die Software diskrimiert: Die Rate der falsch Positiven ist bei Schwarzen 20% und bei Weißen nur 10%. Dagegen ist die Rate der falsch Negativen bei den Weißen deutlich höher.

**Wer hat Recht? Beide und keiner und das ist unvermeidbar.**

# Ein Beispiel für Compas (getrennt nach Hautfarbe)

| | | Vorhersage H = 0 | Vorhersage H = 1 | |
|---|---|---|---|---|
| Wahrheit | Y = 0 | 1449 | 362 | 1811 |
| | Y = 1 | 1141 | 744 | 1885 |
| | | 2690 | 1006 | 3996 |

Compas hatte die Daten von 3996 schwarzen Straftätern. Davon wurden 1885 rückfällig (Y =1), 1811 wurden nicht rückfällig (Zeile Y = 0). Prozentsatz der Rückfälligen etwa 51%.

- Die Vorhersage H = 1 ist in 744 von 1006 Fällen richtig, das sind etwa 74%.
- Die Rate der falsch Positiven ist 362 von 1811, das sind etwa 20%.
- Die Rate der falsch Negativen ist 1141 von 1885, das sind etwa 60%.

| | | Vorhersage H = 0 | Vorhersage H = 1 | |
|---|---|---|---|---|
| Wahrheit | Y = 0 | 1346 | 150 | 1496 |
| | Y = 1 | 691 | 266 | 957 |
| | | 2037 | 416 | 2453 |

Compas hatte die Daten von 2453 weißen Straftätern. Davon wurden 957 rückfällig (Y =1), 1496 wurden nicht rückfällig (Zeile Y = 0). Prozentsatz der Rückfälligen = 39%.

- Die Vorhersage H = 1 ist in 266 von 416 Fällen richtig, das sind etwa 74%.
- Die Rate der falsch Positiven ist 150 von 1496, das sind etwa 10%.
- Die Rate der falsch Negativen ist 691 von 957, das sind etwa 72%.

- Aussage der Firma: Unsere Software diskrimiert nicht: Die positive Vorhersagekorrektheit ist jeweils 74%.
- ProPublica: Die Software diskrimiert: Die Rate der falsch Positiven ist bei Schwarzen 20% und bei Weißen nur 10%. Dagegen ist die Rate der falsch Negativen bei den Weißen deutlich höher.

**Wer hat Recht?** Beide und keiner und das ist unvermeidbar.

# Ein Beispiel für Compas (getrennt nach Hautfarbe)

| | | Vorhersage H = 0 | Vorhersage H = 1 | |
|---|---|---|---|---|
| Wahrheit | Y = 0 | 1449 | 362 | 1811 |
| | Y = 1 | 1141 | 744 | 1885 |
| | | 2690 | 1006 | 3996 |

Compas hatte die Daten von 3996 schwarzen Straftätern. Davon wurden 1885 rückfällig (Y =1), 1811 wurden nicht rückfällig (Zeile Y = 0). Prozentsatz der Rückfälligen etwa 51%.

- Die Vorhersage H = 1 ist in 744 von 1006 Fällen richtig, das sind etwa 74%.
- Die Rate der falsch Positiven ist 362 von 1811, das sind etwa 20%.
- Die Rate der falsch Negativen ist 1141 von 1885, das sind etwa 60%.

| | | Vorhersage H = 0 | Vorhersage H = 1 | |
|---|---|---|---|---|
| Wahrheit | Y = 0 | 1346 | 150 | 1496 |
| | Y = 1 | 691 | 266 | 957 |
| | | 2037 | 416 | 2453 |

Compas hatte die Daten von 2453 weißen Straftätern. Davon wurden 957 rückfällig (Y =1), 1496 wurden nicht rückfällig (Zeile Y = 0). Prozentsatz der Rückfälligen = 39%.

- Die Vorhersage H = 1 ist in 266 von 416 Fällen richtig, das sind etwa 74%.
- Die Rate der falsch Positiven ist 150 von 1496, das sind etwa 10%.
- Die Rate der falsch Negativen ist 691 von 957, das sind etwa 72%.

- Aussage der Firma: Unsere Software diskrimiert nicht: Die positive Vorhersagekorrektheit ist jeweils 74%.
- ProPublica: Die Software diskrimiert: Die Rate der falsch Positiven ist bei Schwarzen 20% und bei Weißen nur 10%. Dagegen ist die Rate der falsch Negativen bei den Weißen deutlich höher.

**Wer hat Recht? Beide und keiner und das ist unvermeidbar.**

# Eine Erklärung

| | | Vorhersage | | |
|---|---|---|---|---|
| | | H = 0 | H = 1 | |
| Wahrheit | Y = 0 | TN | FP | #(Y = 0) |
| | Y = 1 | FN | TP | #(Y =1) |
| | | #(H = 0) | #(H = 1) | S |

S = Größe der Grundmenge, #(Y = 0) und #(Y =1) sind gegeben.

- Die Vorhersage H = 1 ist richtig mit Bruchteil $PPV = \frac{TP}{\#(H=1)}$.
- Die Rate der falsch Positiven ist $FPR = \frac{FP}{\#(Y=0)}$.
- Die Rate der falsch Negativen ist $FNR = \frac{FN}{\#(Y=1)}$.

Die drei Größen sind **nicht** unabhängig voneinander. Je zwei bestimmen die Dritte.

Genauer: Sei $p = \frac{\#(Y=1)}{S}$ die Rückfallquote. Dann

$$FPR = \frac{p}{1-p}\frac{1-PPV}{PPV}(1 - FNR).$$

Merke: Wenn die $p$-Werte (Rückfallquoten) für die beiden Populationen (Schwarze und Weiße) unterschiedlich sind, dann können die drei anderen Werte nicht sämtlich gleich sein.

# Eine Erklärung

| | | Vorhersage | | |
|---|---|---|---|---|
| | | H = 0 | H = 1 | |
| Wahrheit | Y = 0 | TN | FP | #(Y = 0) |
| | Y = 1 | FN | TP | #(Y =1) |
| | | #(H = 0) | #(H = 1) | S |

S = Größe der Grundmenge, #(Y = 0) und #(Y =1) sind gegeben.

- Die Vorhersage H = 1 ist richtig mit Bruchteil $PPV = \frac{TP}{\#(H=1)}$.
- Die Rate der falsch Positiven ist $FPR = \frac{FP}{\#(Y=0)}$.
- Die Rate der falsch Negativen ist $FNR = \frac{FN}{\#(Y=1)}$.

Die drei Größen sind **nicht** unabhängig voneinander. Je zwei bestimmen die Dritte.
Genauer: Sei $p = \frac{\#(Y=1)}{S}$ die Rückfallquote. Dann

$$FPR = \frac{p}{1-p}\frac{1-PPV}{PPV}(1 - FNR).$$

Merke: Wenn die $p$-Werte (Rückfallquoten) für die beiden Populationen (Schwarze und Weiße) unterschiedlich sind, dann können die drei anderen Werte nicht sämtlich gleich sein.

# Die Rechnung

| | | Vorhersage | | |
|---|---|---|---|---|
| | | H = 0 | H = 1 | |
| Wahrheit | Y = 0 | TN | FP | #(Y = 0) |
| | Y = 1 | FN | TP | #(Y =1) |
| | | #(H = 0) | #(H = 1) | S |

S = Größe der Grundmenge, $p = \frac{\#(Y=1)}{S}$, $PPV = \frac{TP}{\#(H=1)}$, $FPR = \frac{FP}{\#(Y=0)}$, $FNR = \frac{FN}{\#(Y=1)}$. Dann ist

$$FPR = \frac{p}{1-p}\frac{1-PPV}{PPV}(1-FNR).$$

$$\begin{aligned}\frac{p}{1-p}\frac{1-PPV}{PPV}(1-FNR) &= \frac{\#(Y=1)/S}{\#(Y=0)/S}\cdot\frac{FP/\#(H=1)}{TP/\#(H=1)}\cdot\left(1-\frac{FN}{\#(Y=1)}\right)\\ &= \frac{\#(Y=1)}{\#(Y=0)}\cdot\frac{FP}{TP}\cdot\frac{TP}{\#(Y=1)}\\ &= \frac{FP}{\#(Y=0)}\\ &= FPR.\end{aligned}$$

# Die Rechnung

| | | Vorhersage | | |
|---|---|---|---|---|
| | | H = 0 | H = 1 | |
| Wahrheit | Y = 0 | TN | FP | #(Y = 0) |
| | Y = 1 | FN | TP | #(Y =1) |
| | | #(H = 0) | #(H = 1) | S |

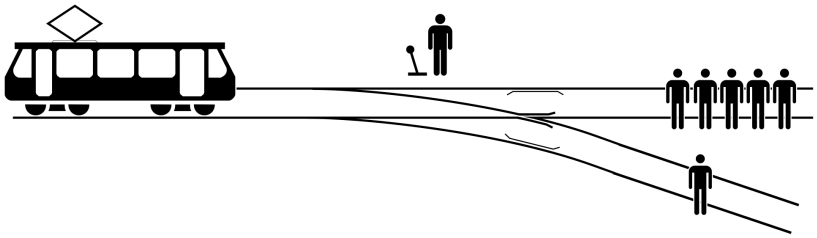
S = Größe der Grundmenge, $p = \frac{\#(Y=1)}{S}$, $PPV = \frac{TP}{\#(H=1)}$, $FPR = \frac{FP}{\#(Y=0)}$, $FNR = \frac{FN}{\#(Y=1)}$. Dann ist

$$FPR = \frac{p}{1-p}\frac{1-PPV}{PPV}(1-FNR).$$

Zusammenfassung:

- Ob Diskrimierung (Fairness) vorliegt, hängt von der Definition ab.
- Man kann **NICHT** gleichzeitig nach allen Definition diskrimierungsfrei (fair) sein.

# Entscheidung zwischen zwei Übeln



Schematische Darstellung eines Trolley-Problems (copyright: Zapyon, CC BY-SA 4.0)

- Prototyp der Wahl zwischen zwei Übeln. Viele Varianten (Greise und Kinder, Fat Man auf der Brücke, . . . ).
- War ein Problem für Philosophen. Wird es durch autonomes Fahren ein Problem der Realität?
- Antworten hängen stark vom Kulturkreis und der Variante ab.
- Eine ausführliche Diskussion finden Sie unter
  `https://autonoblog.de/2019/03/22/ethik-autonomes-fahren-ii-trolley-probleme/`

# Autonomes Fahren halbiert die Anzahl der Verkehrstoten

- In D gab es in 2020 etwa 2800 Verkehrstote. Davon 58% auf Landstraßen, 30% in Ortschaften und 12% auf Autobahnen. (1620, 840, 340) Tote.
- In 1995 gab es noch 14600 Verkehrstote. Verteilung (75%, 20%, 5%) oder (11000, 2800, 800).
- Autonomes Fahren wird die Anzahl der Verkehrstoten halbieren (drastisch reduzieren).
- Was bedeutet das und ist es gut?
  - Die Hälfte der jetzigen Verkehrstoten wird nicht sterben.
  - Fast keiner der jetzigen Verkehrstoten wird sterben, sondern es wird eine Gruppe von Personen betreffen, die jetzt nicht betroffen sind.
  - Bei Alternative 2 ist die Abwägung nicht mehr so klar.

# Autonomes Fahren halbiert die Anzahl der Verkehrstoten

- In D gab es in 2020 etwa 2800 Verkehrstote. Davon 58% auf Landstraßen, 30% in Ortschaften und 12% auf Autobahnen. (1620, 840, 340) Tote.
- In 1995 gab es noch 14600 Verkehrstote. Verteilung (75%, 20%, 5%) oder (11000, 2800, 800).
- Autonomes Fahren wird die Anzahl der Verkehrstoten halbieren (drastisch reduzieren).
- Was bedeutet das und ist es gut?
  - Die Hälfte der jetzigen Verkehrstoten wird nicht sterben.
  - Fast keiner der jetzigen Verkehrstoten wird sterben, sondern es wird eine Gruppe von Personen betreffen, die jetzt nicht betroffen sind.
  - Bei Alternative 2 ist die Abwägung nicht mehr so klar.

# Zusammenfassung

- Algorithmisierung wird uns zwingen, Begriffe präziser zu fassen als in der Vergangenheit, z.b., Fairness und Abwägung von Übeln.
- Macht Entscheidungen wiederholbar und simulierbar. Wenn-dann-Versuche sind dadurch einfacher.
- Algorithmen kann man leichter inspizieren als menschliche Gehirne.
- Algorithmen sind per se nicht objektiver als Menschen.
- Menschlichen Entscheidern fällt die Berücksichtigung ungewöhnlicher Umstände leichter.
- Monokultur von Entscheidungsverfahren.