

Logica en Cognitie

ILLC MasterClass Logica

Peter van Ormondt
P.vanOrmondt@uva.nl

Institute for Logic, Language and Computation



9 maart 2017

Programma

Logica en cognitie

- Inleiding

Programma

Logica en cognitie

- Inleiding

Rationaliteit, normativiteit en descriptiviteit

- Rationaliteit
- Normatief vs. Descriptief

Programma

Logica en cognitie

- Inleiding

Rationaliteit, normativiteit en descriptiviteit

- Rationaliteit ○ Normatief vs. Descriptief

Experimenten en empirie

- Redeneerexperimenten ○ De suppressietaak ○ Interviews

Programma

Logica en cognitie

- Inleiding

Rationaliteit, normativiteit en descriptiviteit

- Rationaliteit ○ Normatief vs. Descriptief

Experimenten en empirie

- Redeneerexperimenten ○ De suppressietaak ○ Interviews

Analyse

- Logische vorm ○ Closed-world reasoning

Programma

Logica en cognitie

- Inleiding

Rationaliteit, normativiteit en descriptiviteit

- Rationaliteit ○ Normatief vs. Descriptief

Experimenten en empirie

- Redeneerexperimenten ○ De suppressietaak ○ Interviews

Analyse

- Logische vorm ○ Closed-world reasoning

Formalisering

- Formele analyse van de suppressie taak ○ Is redeneren monotoon?
- Formalisering ○ Verschillen met klassieke logica

Programma

Logica en cognitie

- Inleiding

Rationaliteit, normativiteit en descriptiviteit

- Rationaliteit ○ Normatief vs. Descriptief

Experimenten en empirie

- Redeneerexperimenten ○ De suppressietaak ○ Interviews

Analyse

- Logische vorm ○ Closed-world reasoning

Formalisering

- Formele analyse van de suppressie taak ○ Is redeneren monotoon?
- Formalisering ○ Verschillen met klassieke logica

Logica, cognitie en rationaliteit

- Conclusies ○ Onderzoeksproject

Leerdoelen

- Inzicht in de vraag in hoeverre logica een normatieve wetenschap is: het verschil tussen normativiteit en descriptiviteit.
- Bekendheid met domeinen waar klassieke logica niet de juiste logica is om toe te passen.
- Begrip van monotone en niet-monotone logica's.
- Begrip van een specifiek redeneerexperiment, de suppressietaak, en de analyse van dat experiment.

Wat is cognitie?



Cognitie slaat op een scala geestelijke vermogens of functies zoals leren, taalgebruik, waarnemen, ruimtelijke oriëntatie, geheugen, bewegingscoördinatie, musicaliteit, en, redeneren.

Deze functies moeten niet opgevat worden als netjes afgerasterde modules die in zekere zin onafhankelijk van elkaar opereren.

Wat is cognitie?

Logica biedt een conceptueel en wiskundig raamwerk om informatiesystemen, zoals bijvoorbeeld een redeneer- of communicatiesysteem, adequaat te kunnen analyseren. Logica bepaalt niet hoe deze (cognitieve) processen er uitzien, maar logica is wel van belang om uit te maken wat het verschil is tussen conceptuele en empirische vragen.

Wat is cognitie?

Redeneringen moeten uitgevoerd worden door breinen. De eigenschap van die breinen kan dus van invloed zijn op hoe er geredeneerd wordt.

Dit veroorzaakt spanning met het begrip *rationaliteit*. Zoals we zullen zien zou je kunnen zeggen dat dit begrip theoretisch juist is maar het kan absurde eisen stellen die door niemand wordt gehaald.

Dit zal leiden tot het begrip van *bounded rationality*, waar rekening wordt gehouden met bijvoorbeeld de beperkingen van het werkgeheugen.

De vraag die dit echter oproept is of een redenering alleen geldig is voor een bepaalde persoon?

Wat is rationaliteit?

Oxford English Dictionary

Having the faculty of reasoning;
endowed with reason

The Cambridge Dictionary of Philosophy

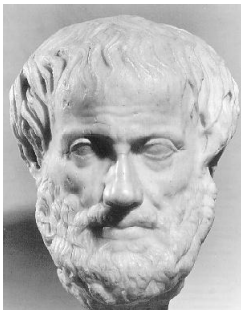
In it's primary sense, rationality is a
normative concept that [...] for any
action, belief, or desire, if it is rational
we ought to choose it.

Encyclopedia of Cognitive Science

[T]he agent must have a means-end
competence to *fit* its actions or
decisions, according to its beliefs or
knowledge representations, to its desires
or goal structure.



Wat is rationaliteit?



Rationaliteit wordt sinds de oudheid beschouwd als een eigenschap die de mens karakteriseert en onderscheid van dieren. Het stelt ons in staat om bewust te redeneren, te plannen, probleem oplossend te denken, wetenschappelijke theorieën te formuleren, morele oordelen te vellen etc.

Wat is rationaliteit?

De filosofie bestudeert de vraag wat de optimale regels zijn waar rationeel gedrag aan zou moeten voldoen. Deze regels kunnen logica's zijn, waarschijnlijkheidsleer, beslistheorie, speltheorie etc. Normativiteit bestaat er dan in dat je deze regels onder alle omstandigheden moet volgen. Het gevolg is dat je kan bepalen wat geldige en ongeldige argumenten zijn. Rationaliteit is misschien wel het vermogen om logisch te (kunnen) redeneren.

Wat is rationaliteit?

De filosofie bestudeert de vraag wat de optimale regels zijn waar rationeel gedrag aan zou moeten voldoen. Deze regels kunnen logica's zijn, waarschijnlijkheidsl leer, beslistheorie, speltheorie etc. Normativiteit bestaat er dan in dat je deze regels onder alle omstandigheden moet volgen. Het gevolg is dat je kan bepalen wat geldige en ongeldige argumenten zijn. Rationaliteit is misschien wel het vermogen om logisch te (kunnen) redeneren.

The most intense controversies about human rationality arise when psychologists find that modal human performance deviates from the performance deemed normative according to various models of decision making and coherent judgment (e.g., expected utility theory, the probability calculus). [Stanovitch, Who is rational?]

Normativiteit vs. Descriptiviteit

Er zijn veel verschillende disciplines (logica, speltheorie, probabiliteitstheorie etc) die regelsystemen hebben geformuleerd. Als deze systemen hebben een zekere mate van normatieve status. Als we echter kijken naar hoe mensen *feitelijk* redeneren, dan blijkt dat mensen niet aan die norm voldoen, met als gevolg de vraag of mensen überhaupt wel rationeel te noemen zijn.

Redeneren wordt rationeel genoemd als de regels van een bepaalde *vaste* verzameling worden nageleefd. We kunnen die regelsystemen in drie groepen verdelen:

Normatief: Redeneren zoals het idealiter zou moeten.

Descriptief: Redeneren zoals het feitelijk gebeurt.

Prescriptief: Regel-geleid redeneren dat een norm stelt maar rekenschap geeft van onze begrensde rationaliteit (bijv. computationele beperkingen).

Hoe rationeel zijn we eigenlijk?

Hoe rationeel zijn we eigenlijk?

According to this theory the affirmation of the consequent-the deduction of P from Q -is a plausible inference. But the withholding of the contrapositive remains irrational and is consequently a factor of much greater interest. (Wason, 1968, p. 274)

Hoe rationeel zijn we eigenlijk?

According to this theory the affirmation of the consequent-the deduction of P from Q -is a plausible inference. But the withholding of the contrapositive remains irrational and is consequently a factor of much greater interest. (Wason, 1968, p. 274)

... [P]eople have difficulty making some inferences. The power plant workers in Chernobyl did not [make the modus tollens inference], and as a result partly of this inferential difficulty, the Chernobyl disaster occurred, with worldwide implications. (Byrne et al, 1999, p. 347)

Hoe rationeel zijn we eigenlijk?

According to this theory the affirmation of the consequent-the deduction of P from Q -is a plausible inference. But the withholding of the contrapositive remains irrational and is consequently a factor of much greater interest. (Wason, 1968, p. 274)

... [P]eople have difficulty making some inferences. The power plant workers in Chernobyl did not [make the modus tollens inference], and as a result partly of this inferential difficulty, the Chernobyl disaster occurred, with worldwide implications. (Byrne et al, 1999, p. 347)

Irrationaliteit leidt volgens Stanovich tot

wars, economic busts, technological accidents, pyramid sales schemes, telemarketing frauds, religious fanaticism, psychic scams, environmental degradation, broken marriages, and savings and loan scandals (Stanovich, Who is rational?, 1999)



**KEEP
CALM
&
FOLLOW
THE RULES**

Redeneerexperimenten

- Sinds ca. jaren zestig vorige eeuw zijn psychologen zich gaan richten op redeneren.
- Onderzoekers zijn gaan kijken naar hoe mensen *feitelijk* redeneerden.
- De experimenten bestonden uit het laten uitvoeren van zogenaamde *redeneertaken* en te zien hoe goed mensen in staat zijn deze taken uit te voeren, i.e., in hoeverre zijn mensen in staat om (geldige) conclusies te trekken uit premissen.
- Een heel belangrijk experiment is *Wason's Card Task*.

Wason's Card Task

Below is depicted a set of four cards, of which you can see only the exposed face but not the hidden back. On each card, there is a number on one of its sides and a letter on the other.

Also below there is a rule which applies only to the four cards. Your task is to decide which if any of these four cards you must turn in order to decide if the rule is true. Don't turn unnecessary cards. Tick the cards you want to turn.

Rule: *If there is a vowel on one side, there is an even number on the other side.*

Cards:



Suppressie van inferenties

Een ander beroemd experiment staat bekend als de *Suppression task*.

Stel gegeven de volgende premissen en bijbehorende vraag:

Als Marion een werkstuk moet maken, studeert ze de hele middag in de bibliotheek. Marion moet een werkstuk maken. Studeert Marion de hele middag in de bibliotheek?

95% antwoordt dan 'ja'.

Suppressie van inferenties

Een ander beroemd experiment staat bekend als de *Suppression task*.

Stel gegeven de volgende premissen en bijbehorende vraag:

Als Marion een werkstuk moet maken, studeert ze de hele middag in de bibliotheek. Marion moet een werkstuk maken. Studeert Marion de hele middag in de bibliotheek?

95% antwoordt dan 'ja'.

Wordt echter een extra premisse toegevoegd, als in

Als Marion een werkstuk moet maken, studeert ze de hele middag in de bibliotheek. Als de bibliotheek geopend is, studeert Marion de hele middag in de bibliotheek. Marion moet een werkstuk maken. Studeert Marion de hele middag in de bibliotheek?

Suppressie van inferenties

Een ander beroemd experiment staat bekend als de *Suppression task*.

Stel gegeven de volgende premissen en bijbehorende vraag:

Als Marion een werkstuk moet maken, studeert ze de hele middag in de bibliotheek. Marion moet een werkstuk maken. Studeert Marion de hele middag in de bibliotheek?

95% antwoordt dan 'ja'.

Wordt echter een extra premisse toegevoegd, als in

Als Marion een werkstuk moet maken, studeert ze de hele middag in de bibliotheek. Als de bibliotheek geopend is, studeert Marion de hele middag in de bibliotheek. Marion moet een werkstuk maken. Studeert Marion de hele middag in de bibliotheek?

dan daalt dit percentage tot 60% of minder.

De suppressietaak

Alternatieve premisse

If she has a tekstbook to read, she will study late in the library

Additionele premisse

If the library stays open, she will study late in the library

- MP
MP + additionele premisse
MP + alternatieve premisse
- MT
MT + additionele premisse
MT + alternatieve premisse
- DA
DA + additionele premisse
DA + alternatieve premisse
- AC
AC + additionele premisse
AC + alternatieve premisse

Resultaten (1)

Role	Content
Conditional 1	If she has an essay to write, she will study late in the library
Categorical	She has an essay to write.
Conclusion	She will study late in the library (MP 90%)
Alternative	If she has a textbook to read, she will study late in the library
Conclusion	She will study late in the library (MP 94%)
Additional	If the library stays open, she will study late in the library
Conclusion	She will study late in the library (MP 60%)
Conditional 1	If she has an essay to write, she will study late in the library
Categorical	She hasn't an essay to write.
Conclusion	She will not study late in the library (DA 49%)
Alternative	If she has a textbook to read, she will study late in the library
Conclusion	She will not study late in the library (DA 22%)
Additional	If the library stays open, she will study late in the library
Conclusion	She will not study late in the library (DA 49%)

Resultaten (2)

Role	Content
Conditional 1	If she has an essay to write, she will study late in the library
Categorical	She will not study late in the library
Conclusion	She does not have an essay to write (MT 69%)
Alternative	If she has a textbook to read, she will study late in the library
Conclusion	She does not have an essay to write (MT 69%)
Additional	If the library stays open, she will study late in the library
Conclusion	She does not have an essay to write (MT 44%)
Conditional 1	If she has an essay to write, she will study in the library
Categorical	She will study late in the library
Conclusion	She has an essay to write (AC 53%)
Alternative	If she has a textbook to read, she will study late in the library
Conclusion	She has an essay to write (AC 16%)
Additional	If the library stays open, she will study late in the library
Conclusion	She has an essay to write (AC 55%)

Byrne's conclusie

Byrne trekt uiteindelijk de volgende conclusies:

Byrne's conclusie

Byrne trekt uiteindelijk de volgende conclusies:

- Aangezien geldige conclusies niet getrokken worden, is redeneren niet slechts het blind toepassen van (redeneer)regels.
- Aangezien er duidelijk een verband is tussen suppressie en de inhoud, is de logische vorm maar van beperkt belang voor redeneren.

Byrne's conclusie

Byrne trekt uiteindelijk de volgende conclusies:

- Aangezien geldige conclusies niet getrokken worden, is redeneren niet slechts het blind toepassen van (redeneer)regels.
- Aangezien er duidelijk een verband is tussen suppressie en de inhoud, is de logische vorm maar van beperkt belang voor redeneren.
- Die conclusie lijkt echter alleen mogelijk als je er vanuit gaat dat de proefpersonen redeneren vanuit een vaste verzameling regels.

Byrne's conclusie

Byrne trekt uiteindelijk de volgende conclusies:

- Aangezien geldige conclusies niet getrokken worden, is redeneren niet slechts het blind toepassen van (redeneer)regels.
- Aangezien er duidelijk een verband is tussen suppressie en de inhoud, is de logische vorm maar van beperkt belang voor redeneren.
- Die conclusie lijkt echter alleen mogelijk als je er vanuit gaat dat de proefpersonen redeneren vanuit een vaste verzameling regels.
- Misschien is dit niet wat mensen doen. Misschien redeneren mensen juist naar een *consistente interpretatie* van het experimentele materiaal. In welk geval het wel logisch is wat de proefpersonen doen, maar misschien niet (klassiek) logisch!

Interviews

Hoe krijgen we inzicht in de beweegredenen van de proefpersonen? Hoe weten we nu wat ze doen om tot een antwoord te komen?

Interviews

Hoe krijgen we inzicht in de beweegredenen van de proefpersonen? Hoe weten we nu wat ze doen om tot een antwoord te komen?

Vraag het ze! Door middel van een gestructureerd dialoog.

Interviews

Subject 2.

- S: Ok yeah I think it is likely that she stays late in the library tonight, but it depends if the library is open . . . so perhaps I think [pauses]. yeah, in a way I think hmm what does it say to me? I mean the fact that you first say that she has an essay to write then she stays late in the library, but then you add to it if the library stays open she stays late in the library so perhaps she's not actually in the library tonight, because the library's not open. I don't think it's a very good way of putting it.
- E: How would you put it?
- S: I would say, if Marian has an essay to write, and the library stays open late, then she does stay late in the library.

Analyse

Er is een andere conclusie mogelijk. We zullen de volgende punten gaan bekijken:

- Wat is de logische vorm van de zinnen? Wat is logische vorm?
- *Closed-world reasoning* (CWR) redeneren en het *frame* probleem
- Is redeneren *monotoon*?

Nogmaals vertalingen

Nogmaals vertalingen

- (1)
- a. $x \in \mathbb{N}$: Als $x > 4$, dan $x > 3$.
 - b. Als Marie een tentamen heeft, dan studeert zij tot laat in de bieb.
 - c. Als het glas op de grond valt, dan breekt het.
 - d. Als Hilary Clinton geen e-mail server had gehad, dan was ze nu POTUS geweest.
 - e. Als je hier alcohol wil drinken, dan moet je ouder dan 18 zijn.
 - f. $p \rightarrow q$

Nogmaals vertalingen

- (1)
- a. $x \in \mathbb{N}$: Als $x > 4$, dan $x > 3$.
 - b. Als Marie een tentamen heeft, dan studeert zij tot laat in de bieb.
 - c. Als het glas op de grond valt, dan breekt het.
 - d. Als Hilary Clinton geen e-mail server had gehad, dan was ze nu POTUS geweest.
 - e. Als je hier alcohol wil drinken, dan moet je ouder dan 18 zijn.
 - f. $p \rightarrow q$
- (2)
- a. Willem SCHRIJFT alleen boeken.
 - b. Willem schrijft alleen BOEKEN.
 - c. p

Nogmaals vertalingen

- (1)
- a. $x \in \mathbb{N}$: Als $x > 4$, dan $x > 3$.
 - b. Als Marie een tentamen heeft, dan studeert zij tot laat in de bieb.
 - c. Als het glas op de grond valt, dan breekt het.
 - d. Als Hilary Clinton geen e-mail server had gehad, dan was ze nu POTUS geweest.
 - e. Als je hier alcohol wil drinken, dan moet je ouder dan 18 zijn.
 - f. $p \rightarrow q$
- (2)
- a. Willem SCHRIJFT alleen boeken.
 - b. Willem schrijft alleen BOEKEN.
 - c. p

Aan de grammaticale oppervlakte schijnbaar dezelfde vorm, maar de zinnen hebben verschillende logische eigenschappen.

Logische vorm

De logische vorm van een natuurlijk taal zin is niet zomaar van de grammaticale vorm af te lezen (al kan die natuurlijk wel een aanwijzing geven).

De logische vorm bestaat uit de volgende ingrediënten:

1. Een formele taal $\mathcal{L}$ waarin een natuurlijk taal $\mathcal{N}$ wordt.
2. De formule in $\mathcal{L}$ die een vertaling is van een uitdrukking van $\mathcal{N}$
3. Een semantiek $\mathcal{S}$ voor $\mathcal{L}$.
4. Een definitie van geldigheid van redeneringen $\varphi_1, \dots, \varphi_n / \psi$.

Er is een verschil tussen redeneren *naar* een interpretatie en redeneren *van* een interpretatie.

NS Dienstregeling

Vertrektijd	Trein	Spoor	Richting
...	...	...	...
12:30	IC	3	Enkhuizen
12:32	Sp	1	Maastricht
12:33	IC	5	Utrecht
12:34	IC	1	Den Haag HS
12:34	Sp	6	Almere
12:40	IC	5	Utrecht
...	...	...	...

We mogen aannemen dat treinen die niet in de dienstregeling staan, ook daadwerkelijk niet rijden.

NS Dienstregeling

Vertrektijd	Trein	Spoor	Richting
...	...	...	...
12:30	IC	3	Enkhuizen
12:32	Sp	1	Maastricht
12:33	IC	5	Utrecht
12:34	IC	1	Den Haag HS
12:34	Sp	6	Almere
12:40	IC	5	Utrecht
...	...	...	...

We mogen aannemen dat treinen die niet in de dienstregeling staan, ook daadwerkelijk niet rijden. Tenzij er iets vreemds aan de hand is. Blaadjes op de rails, seinstoring, etc. We spreken van een gesloten wereld omdat alle relevante postieve feiten worden genoemd.

Closed-world reasoning en het *frame*-probleem

Algemeen principe dat hier een rol speelt: Gesloten wereld redeneren, *closed-world reasoning* (CWR) betreft alleen expliciet genoemde uitzonderingen in het redeneerproces zonder een dergelijk principe is bijvoorbeeld planning onmogelijk, omdat nooit van te voren geheel te bedenken is wat er bij de uitvoering van een plan mis kan gaan, en op welke eventualiteiten gerekend moet worden

Het Frame probleem (een variant althans) vraagt naar alle voorwaarden van een bepaalde handeling om het beoogde effect mogelijk te maken. Wat moet er het geval zijn wil het licht aangaan bij het omzetten van de schakelaar?

Closed-world reasoning en de suppressietaak

CWR veronderstelt dat mensen redeneren volgens de volgende regel:

- (3)
- a. Als het 12:30 is en er is niets geks aan de hand, dan vertrekt de Intercity naar Enkhuizen van Spoor 3.
 - b. Als Marie een tentamen heeft en er is niets geks aan de hand is, dan zit Marie tot laat in de bieb.
 - c. $p \wedge \neg ab \rightarrow q$

De interpretatie van deze conditionele zin laat uitzonderingen toe en geeft de mogelijkheid om nieuwe informatie te integreren.

Closed-world reasoning formeel gezien

CWR verschilt van klassieke logica wat betreft de syntaxis, semantiek en de consequentierelatie.

Syntaxis: De zinnen waar $\rightarrow$ in voorkomt zijn van de vorm

$$p_1 \wedge \dots \wedge p_n \rightarrow q.$$

Semantiek: Disjunctie en conjunctie behouden hun (klassieke) betekenis, maar de implicatie krijgt een nieuwe interpretatie:

1. Als alle $p_1, \dots, p_n$ waar zijn, dan is q dat ook;
2. Als er een p_i in $p_1, \dots, p_n$ onwaar is en er is geen andere implicatie met q als consequent, dan is q ook onwaar.

Consequentie: Logische gevolgtrekking in CWR is niet-monotoon.

Monotoonheid van Redeneren

Definitie

Stel $\mathcal{L}$ is een taal waarvoor we consequentierelatie $\models$ hebben gedefiniëerd. We zeggen dat $\mathcal{L}$ *monotoon is met betrekking tot* $\models$ desda, als $\varphi_1, \dots, \varphi_n \models \psi$ een geldige redenering is, dan is $\varphi_1, \dots, \varphi_n, \chi \models \psi$, ook geldig voor willekeurige $\chi \in \mathcal{L}$.

Een geldige redenering kan niet ongeldig worden door extra premissen toe te voegen.

Propositielogica is monotoon

Het is vrij eenvoudig in te zien door te kijken naar Natuurlijke Deductie of naar waarheidstafels dat propositielogica monotoon is.

$$p \rightarrow q, p \models q$$

p	q	$p \rightarrow q$
1	1	1
1	0	0
0	1	1
0	0	1

Propositielogica is monotoon

Het is vrij eenvoudig in te zien door te kijken naar Natuurlijke Deductie of naar waarheidstafels dat propositielogica monotoon is.

$$p \rightarrow q, p, r \models q$$

p	q	r	$p \rightarrow q$
1	1	1	1
1	1	0	1
1	0	1	0
1	0	0	0
0	1	1	1
0	1	0	1
0	0	1	1
0	0	0	1

Formele analyse van de suppressie taak

MP + additionele premisse

- $p \wedge \neg ab \rightarrow q$
- $r \wedge \neg ab' \rightarrow q$
- $\neg r \rightarrow ab$
- $\neg r \leftrightarrow ab$
- $r \leftrightarrow \neg ab$
- $p \wedge r \rightarrow q$

Nu volgt q niet uit p alleen.

Formele analyse van de suppressie taak

MP + additionele premisse

- $p \wedge \neg ab \rightarrow q$
- $r \wedge \neg ab' \rightarrow q$
- $\neg r \rightarrow ab$
- $\neg r \leftrightarrow ab$
- $r \leftrightarrow \neg ab$
- $p \wedge r \rightarrow q$

Nu volgt q niet uit p alleen.

MP + alternatieve premisse

- $p \wedge \neg ab \rightarrow q$
- $r \wedge \neg ab' \rightarrow q$
- $(p \wedge \neg ab) \vee (r \wedge \neg ab') \rightarrow q$
- $(p \wedge \neg ab) \vee (r \wedge \neg ab') \leftrightarrow q$
- $\perp \leftrightarrow ab$
- $\perp \leftrightarrow ab'$
- $(p \vee r) \leftrightarrow q$

Hier volgt q uit premisse p .

Verschillen met de klassieke logica

- ‘drogrekenen’ worden nu geldig: gegeven een implicatie $p \rightarrow q$ zodat er geen andere implicatie bekend is met q als consequent, dan mogen we concluderen tot $p \leftrightarrow q$
- onder de genoemde voorwaarde geldt dus: uit $p \rightarrow q$ en q volgt p ; en uit $p \rightarrow q$ en $\neg p$ volgt $\neg q$
- de consequentie relatie is niet monotoon uit
 - $p \wedge \neg ab \rightarrow q$ en p volgt q omdat we bij gebrek aan informatie tot $\neg ab$ mogen concluderen
 - indien we twee premissen toevoegen, namelijk $r \wedge ab' \rightarrow q$ en $\neg r \rightarrow ab$, dan volgt q niet langer
- de implicatie krijgt zijn semantiek dus niet van een waarheidstafel
- maar er kan toch maar één logica de juiste zijn????

Conclusies

- klassieke logica werkt goed in de wiskunde waar een enkel tegenvoorbeeld voldoende is om een stelling te weerleggen
- de materiële implicatie is *geen* goede representatie van regels zoals ze functioneren in menselijke cognitie
- hier worden uitzonderingen op een regel gebruikt om die regel te modifieren
- logische normen zijn relatief t.o.v. het doel waarvoor je de logica wilt gebruiken
- Het normerende van rationaliteit bestaat in de domein-afhankelijkheid. Gegeven een domein is het zaak een consistente interpretatie te vinden van waaruit of waarna geldige afleidingsregels geformuleerd kunnen worden.

Onderzoeksproject

- Voer de suppressietaak uit op minimaal 2 personen (meer is beter) per projectdeelnemer. Denk aan vaders, moeders, tantes, vriendinnen, docenten etc.
- Beperk je tot MP en DA (+ additionele en alternatieve premissen)
- Houd in een schema de antwoorden bij en vraag mensen waarom ze kiezen voor dit antwoord.
- Probeer te achterhalen of mensen klassiek redeneren, of dat ze inderdaad geldige gevolgtrekkingen onderdrukken. Vraag in beide gevallen naar de beweegredenen van de proefpersonen.