

Ontwerpopdracht WOP3 WE-Bould

WB1643 Werktuigkundig Ontwerpproject 3

Regine Vroom
TU Delft / Mechanical Engineering

Giuseppe Radaelli

Gepubliceerd op 2026-02-09

Laatst bijgewerkt op 2026-07-29

Inhoudsopgave

1 ME-Bould - mechanische boulderaars	2
1.1 Ontwerpuitdagingen	2
1.2 Wedstrijd en wedstrijdbaan	2
1.3 Beoordelingscriteria	8
1.4 Juryprijzen	8
2 Reglement	8
2.1 Wedstrijd	8
2.2 Apparaat, materialen en onderdelen	9
2.3 Veiligheid en afwerking	9
2.4 Maakbaarheid en kosten	10
2.5 Vragen en aanvullingen	11

Sinds jaar en dag is de mens gefascineerd door klimmen: het streven naar hogere toppen, het ontdekken van nieuwe uitzichten en het gevoel even boven de wereld uit te stijgen. Misschien herinner je je nog hoe je als kind overal op krom, zonder vrees voor de hoogte, overtuigd dat daarboven alles altijd mooier was dan beneden.

Ook in de techniek zien we die fascinatie terug. Steeds geavanceerdere robots beklimmen steile, gladde of complexe wanden met ingenieuze mechanismen. Zij zouden plekken kunnen bereiken die voor mensen of vliegende systemen moeilijk toegankelijk zijn—zoals dichte bossen, gebouwen in stedelijke gebieden of zelfs planeten waar vliegen haast onmogelijk is. Klimmende machines dragen bij aan inspectie, onderhoud en reddingsoperaties, waar bereikbaarheid cruciaal is.

Dit jaar worden circa 700 eerstejaars werktuigbouwkundestudenten, verdeeld over 112 teams, uitgedaagd om een mechanisch apparaat te ontwerpen dat langs een steile houten wand omhoogklimt, waarbij de grepen steeds schaarser worden. Met slechts enkele theoretische vakken en projecten achter de rug brengen zij hun kennis samen in hun ME-Bould en zetten ze de eerste stap in een avontuur dat hun studie en toekomstige carrière zal vormen.

De studententeams zullen hun vervaardigde ontwerpen demonstreren op de ontwerpwedstrijd werktuigbouwkunde op woensdag 10 juni 2026. Op deze ontwerpwedstrijd wordt in competitie bepaald welk ontwerp het beste voldoet. De wedstrijd zal vermoedelijk plaats vinden op het Berlageplantsoen.

1 ME-Bould - mechanische boulderaars

De uitdaging is om een ME-Bould te ontwerpen die zo hoog mogelijk klimt langs een stijl wand met grepen.

1.1 Ontwerpuitdagingen

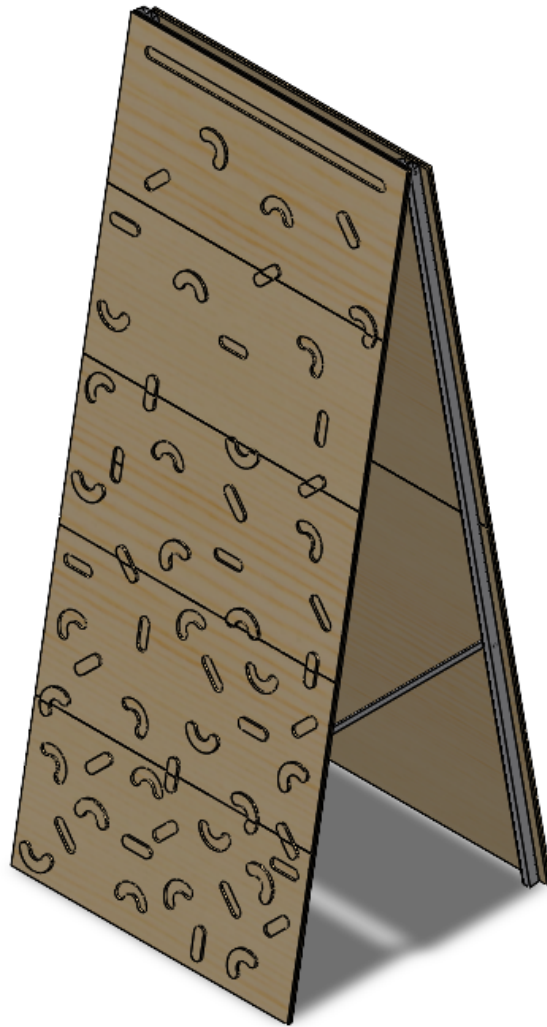
1. Mechanisch omhoog klimmen langs een steile wand.
2. Stabiel houvast bewerkstelligen door het beheersen van vrijheidsgraden, de positionering van het massamiddelpunt en de krachten op de contactpunten met de wand.
3. Aandrijflijnen ontwerpen waarbij energiebron, omzetting, transmissie en last op elkaar afgestemd worden.
4. Compact ontwerpen, ten behoeve van onder meer opslag, transport, kostenoverweging en duurzaamheid
5. Robuust en precies ontwerpen zodat via berekeningen de verwachte prestatie goed voorspeld kan worden.

1.2 Wedstrijd en wedstrijd baan

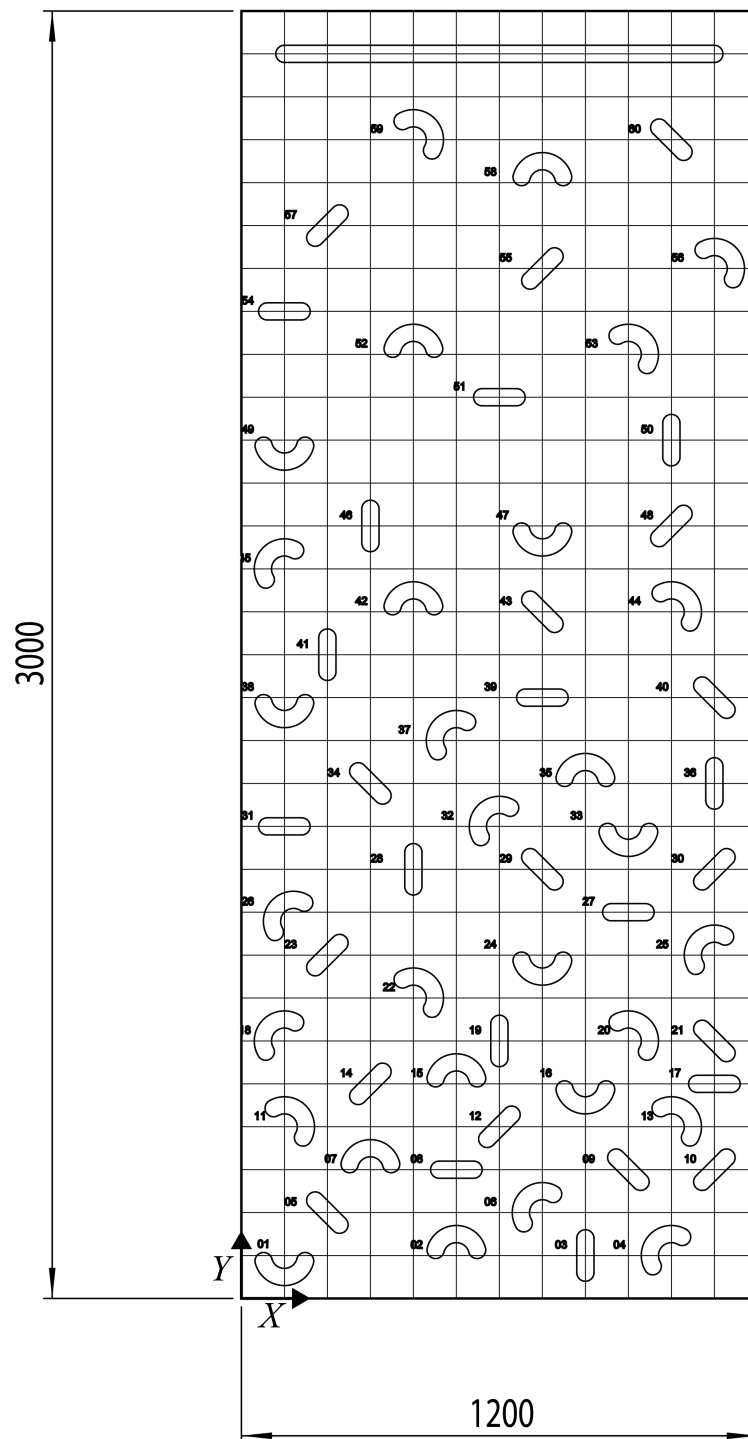
Zie hieronder figuren en foto's met aanzichten en details van de wedstrijd baan. De volgende punten zijn de uitgangspunten voor de wedstrijd.

- De baan bestaat uit vijf boven elkaar bevestigde houten (beukenhouten multiplex) platen van 1200mm x 600mm, voor een totale afmeting van 1200mm bij 3000mm

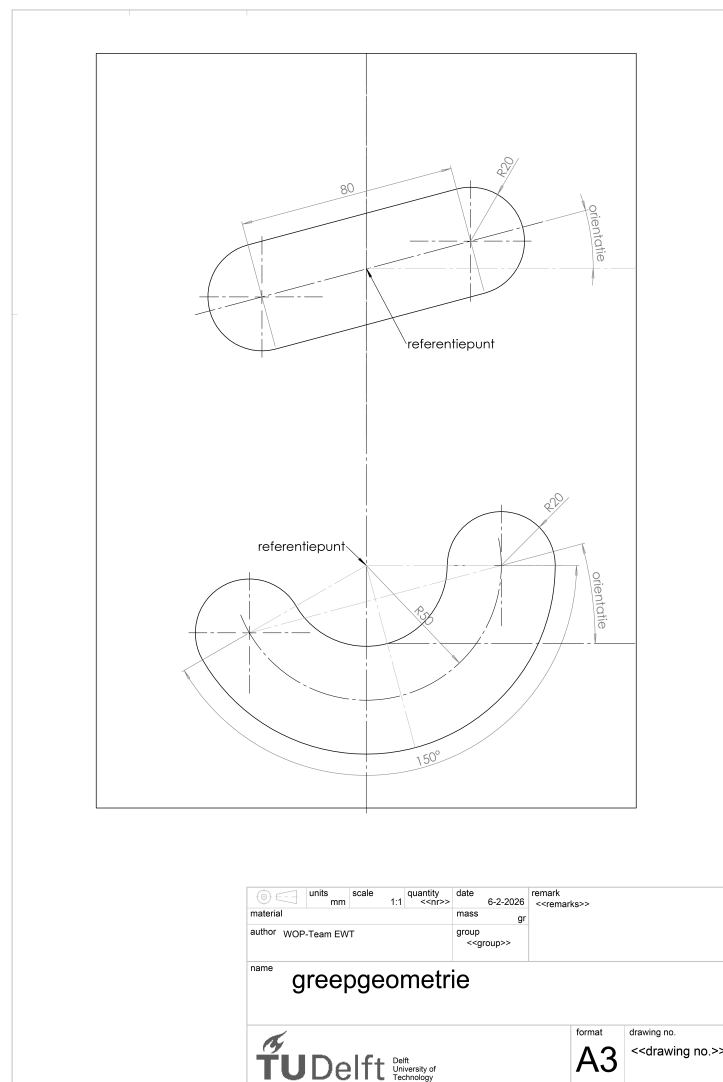
- De wand bevat grepen in de vorm van uitsparingen en verhogingen (opbouw) met een diepte respectievelijk een hoogte gelijk aan de dikte van de platen (9mm). De grepen worden schaarser naarmate de hoogte toeneemt.
- De baan is vlak en staat onder een hoek van 10° , gemeten vanaf verticaal tot aan de zijde waar geklommen wordt (in bouldertermen: slab).
- In de beginstand moet het apparaat zich volledig bevinden onder de naad tussen de twee laagste platen.
- De ME-Bould wordt actief aangedreven met bijvoorbeeld electromotoren en handmatig bestuurd d.m.v bijvoorbeeld schakelaars en draaiknoppen.
- Men mag het apparaat tijdens een poging op de wedstrijd niet aanraken.
- Voor de wedstrijd is de maatgevende prestatie in eerste instantie de hoogte (y coördinaat) van de hoogste aangeraakte greep, zie Figuur 2 en Tabel 1. De y-coördinaat van een greep is gedefinieerd op het referentiepunt, zie Figuur 3. In tweede instantie, dus wanneer er een gelijke hoogte is bereikt, geldt de tijd als maatgevende prestatie (hoe sneller, hoe beter).
- De maximale hoogte is bereikt wanneer de eindgreep wordt aangeraakt.
- De ME-Bould heeft een minimum massa van 700 gram.
- Men moet zich verder houden aan alle bepalingen in onderstaand reglement.



Figuur 1: Isometrisch aanzicht van de wedstrijd baan



Figuur 2: Loodrecht aanzicht van de wedstrijd baan



Figuur 3: Technische tekening grepen

Tabel 1: Tabel 1: Posities van de grepen op de wedstrijd baan

Nummer greep	x-coör- dinaat (x 100 mm)	y-coör- dinaat (x 100 mm)	Type Greep	Uitvoering	Oriëntatie (°)
01	01	01	Krom	Opbouw	0
02	05	01	Krom	Uitsparing	180
03	08	01	Recht	Opbouw	90
04	10	01	Krom	Opbouw	225
05	02	02	Recht	Uitsparing	135
06	07	02	Krom	Uitsparing	225
07	03	03	Krom	Opbouw	180
08	05	03	Recht	Opbouw	0
09	09	03	Recht	Uitsparing	135
10	11	03	Recht	Uitsparing	45
11	01	04	Krom	Uitsparing	135
12	06	04	Recht	Uitsparing	45
13	10	04	Krom	Opbouw	135
14	03	05	Recht	Opbouw	45
15	05	05	Krom	Uitsparing	180
16	08	05	Krom	Uitsparing	0
17	11	05	Recht	Uitsparing	0
18	01	06	Krom	Opbouw	225
19	06	06	Recht	Opbouw	90
20	09	06	Krom	Opbouw	135
21	11	06	Recht	Opbouw	135
22	04	07	Krom	Uitsparing	135
23	02	08	Recht	Opbouw	45
24	07	08	Krom	Opbouw	0
25	11	08	Krom	Opbouw	225
26	01	09	Krom	Uitsparing	225
27	09	09	Recht	Opbouw	0
28	04	10	Recht	Uitsparing	90
29	07	10	Recht	Uitsparing	135
30	11	10	Recht	Uitsparing	45
31	01	11	Recht	Uitsparing	0
32	06	11	Krom	Uitsparing	225
Fish	001	20	Recht	Opbouw	225

Klik hier om de CAD bestanden van de wedstrijdbaan te downloaden: [CAD bestanden wedstrijdbaan](#)

1.3 Beoordelingscriteria

Het Prestatiecijfer (*PC*) wordt bepaald op basis van de prestatiemeting op de ontwerpwedstrijd op 10 juni 2026. Dit cijfer telt voor 25% mee in het bepalen van het T2 cijfer van WOP3B. Daarover vind je uitgebreidere toelichting op BrightSpace. De prestatiemeting bestaat uit de hoogte (Y-coördinaten, zie Tabel 1) van de hoogst aangeraakte greep (minimaal 2s aanraken) en in geval van gelijke hoogtes, de benodigde tijd. De vertaalslag van prestatiemetingen naar een prestatiecijfer wordt pas achteraf vastgesteld, ook op basis van de behaalde prestaties van het gehele cohort. De winnaar van de wedstrijd krijgt in ieder geval een 10 en elk ander functionerend apparaat op z'n minst een 6,0. Apparaten die kwalitatief goed ontworpen en vervaardigd maar door kleinigheden niet functionerend zijn scoren doorgaans ook een voldoende.

1.4 Juryprijzen

Naast de formele prestatiebepaling die bepalend is voor de score en het cijfer, worden andere prijzen uitgereikt om bijzondere aspecten en prestaties onder de aandacht te brengen: De juryprijzen. Juryleden hanteren hun eigen criteria voor het bepalen van de winnaar(s) in hun categorieën. De volgende juryprijzen kunnen gewonnen worden:

- Green award, voor het ontwerp dat het meest (en expliciet) rekening heeft gehouden met duurzaamheid, en daarover duidelijk is geweest in de verslaglegging. Voor deze prijs moet je je aanmelden aan het einde van Q3, zie BS.
- Constructeursprijs voor het ontwerp dat constructief het beste is uitgewerkt en/of elementen bevat die interessante toepassingsmogelijkheden bieden voor een reële toepassing. Deze prijs zal worden uitgereikt door Huisman Equipment.
- Science Centre award, uitgereikt door het Science Centre, voor de meest creatieve of onderscheidende oplossing. De winnende ontwerpen zullen worden ondergebracht in het Science Centrum.
- 3D-CAD award voor het beste 3D-computermodel. Deze prijs zal worden uitgereikt door Visiativ, onze leverancier van SolidWorks.

2 Reglement

2.1 Wedstrijd

1. De deelnemers hebben 5 minuten om de ME-Bould op het wedstrijdveld in gereedheid te brengen.
2. Na het startsein zijn 10 minuten beschikbaar om een prestatie neer te zetten. Binnen deze 10 minuten mogen zoveel pogingen worden gedaan als de projectgroep wil.
3. Men mag de ME-Bould tijdens een poging op de wedstrijd niet aanraken. Indirecte aanraking door bijvoorbeeld het zekeringstouw of de elektrische bedrading mag wel, mits hiermee geen significante mechanische beïnvloeding door wordt

- veroorzaakt (houd de draden slap). De ME-Bould mag tussen pogingen door wel aangeraakt worden.
4. Bij het eindsignaal, als de 10 minuten zijn verstreken, wordt het resultaat door een scheidsrechter vastgesteld; de maximale bereikte hoogte en de tijd waarin een poging tot stand is gekomen.
 5. Het apparaat mag alleen aan de klimzijde contact maken met de wand.
 6. Vliegen en zweven is niet toegestaan. Springen is wel toegestaan, mits met kleine sprongen. Dat betekent dat het apparaat tussentijds minimaal op elke plaat 2s gedragen moet worden.
 7. Plakken met tape of lijm of anderszins aan de baan is niet toegestaan. Vraag bij twijfel aan de OPDRACHTGEVER.

2.2 Apparaat, materialen en onderdelen

8. De ME-Bould wordt bediend met knoppen/schakelaars. Niet met Arduino of soortgelijke programmeerbare elektronica. Een bedieningspaneel waarop gemakkelijk knoppen, schakelaars e.d. kunnen worden bevestigd zal beschikbaar worden gesteld.
9. Er worden twee motoren (*motor1*, *motor2*) en een solenoid (*solenoid*) in bruikleen gegeven. Deze actuatoren worden na afloop weer ingeleverd. Het is niet verplicht om deze actuatoren te gebruiken en het is toegestaan om ook andere actuatoren te gebruiken.
10. Er wordt een labvoeding beschikbaar gesteld met twee onafhankelijke DC bronnen (spanning instelbaar van 0V tot 40V, stroombeperking instelbaar van 0A tot 3A).
11. Het wordt aanbevolen om de ME-Bould waar mogelijk demontabel te maken zodanig dat het verwisselen, afstellen en achteraf recyclen van onderdelen mogelijk is.
12. Het ontwerp moet te fabriceren zijn in de faculteitswerkplaats, en hoort daarom voornamelijk uit metaal te bestaan. Alternatieve materialen zoals hout, composiet e.d., mogen alleen in overleg met de OPDRACHTGEVER via het BrightSpace discussieforum* toegepast worden.
13. Het is niet toegestaan om een ontwerp te maken uit standaard bouwdoosonderdelen zoals lego of meccano. Enkele onderdelen daarvan inbouwen mag eventueel wel, maar alleen na goedkeuring van de OPDRACHTGEVER via het BrightSpace discussieforum*.
14. Het apparaat mag nooit groter zijn dan 1000 mm. De grootte is hier de afstand tussen de twee verste punten op het apparaat. Elektrische bedrading, bedieningspaneel, de labvoeding, e.d. tellen hierin niet mee.
15. Voor de opslag moeten alle onderdelen van het apparaat passen in een verhuishuis van 600mm x 400mm x 400mm.

2.3 Veiligheid en afwerking

16. Om de veiligheid te waarborgen wordt het apparaat dat actief is op de wand altijd gezekerd op de volgende manier: Het zekeringstouw moet met een karabijnhaak aan de ME-Bould bevestigd worden (ontwerp daar iets voor). Het touw moet

- verder met een dubbele lus door het oog bovenaan de baan gaan, en het andere uiteinde moet door een groepslid vastgehouden worden. Dit geldt niet alleen op de wedstrijd, maar ook tijdens alle testen.
17. Afwerking en veiligheid conform CE-markering, dus bijvoorbeeld geen uitstekende draadeinden, geen scherpe randen, geen onafgeschermd bewegende onderdelen die gevaar kunnen opleveren, geen ruimtes waarin beklemmingen kunnen voorkomen.
 18. De wedstrijd baan mag niet beschadigd worden door de ME-Bould.
 19. De ME-Bould moet één geheel blijven tijdens de wedstrijd, d.w.z. dat er geen onderdelen achtergelaten mogen worden op de baan.
 20. Stalen componenten moeten worden beschermd tegen roesten. Binnen de TUD-gebouwen of op de TUD-terreinen is verfspuiten niet toegestaan. Gebruik bijvoorbeeld een “vette lap”, beschikbaar in de FW.
 21. Het groepsnummer is vooraf duidelijk zichtbaar aangebracht op de ME-Bould.
 22. Wie zich in het wedstrijd veld begeeft - en dat geldt ook bij tussentijdse testen - houdt voldoende afstand van de baan en draagt geen open sandalen, geen loshangende spullen of haren en bij voorkeur een veiligheidsbril en handschoenen.
 23. Het is toegestaan om alternatieve energiebronnen te gebruiken, anders dan de beschikbaar gestelde labvoeding, ook aan boord van de ME-Bould. Denk bijvoorbeeld aan batterijen, luchtdruk reservoirs, e.d. Maar, in verband met veiligheid is het verplicht om jullie plannen/ontwerp in dit kader vroegtijdig te bespreken met de OPDRACHTGEVER. Lithium-ion accu's zijn uitgesloten vanwege het brandgevaar die ze opleveren.

2.4 Maakbaarheid en kosten

24. Het ontwerp is maakbaar in 3 werkplaatsmomenten van ongeveer 4 uur. Een vierde en een vijfde werkplaatsmoment zijn ingeroosterd die bedoeld zijn voor afstellen en testen, en eventuele reparaties of uitloop.
25. Elke groep krijgt 60 euro om te besteden aan materialen en onderdelen. Dit bedrag wordt in de loop van Q3 op de rekening van de penningmeester van de groep gestort. Als richtlijn wordt geadviseerd om daarnaast 10 euro per student extra budget in te leggen. Het vrij te besteden budget is hiermee $60 + 60 = 120$ euro per groep van 6 studenten.
26. Er is een budget van 40 euro per groep gereserveerd bij de faculteitswerkplaats (FW) aan materiaal, bevestigingsmiddelen en andere onderdelen, zie de [bestellijst](#) van de FW. Dit bedrag hoeft niet afgerekend te worden. Deze 40 euro aan FW-materiaal is geen harde grens, sommige groepen komen onder dit bedrag uit, andere groepen iets erboven. Maar het betekent wel dat de uitgaven in de FW niet ongelimiteerd zijn. Indien een projectgroep hier ver boven komt, is het de bedoeling dat de groep hierover in overleg gaat met de projectdocent en/of de FW om na te gaan of deze uitgaven werkelijk nuttig/nodig zijn voor het ontwerp of wat er aangepast kan/moet worden.
27. De FW-lasersnijder en 3D-printers zijn beschikbaar. Beperk het 3D-printen tot kleine onderdelen. Maximaal 30 volumeprocenten van de ME-Bould 3D-printen. Daarnaast is een maximum van 10 uur printtijd per groep ingepland.

- 28. Sponsoring is toegestaan, maar niet nodig. Sponsoring van individuele projectgroepen wordt niet ondersteund door de staf met bijvoorbeeld een brief of een verklaring. De staf kan ook geen offerteaanvragen en dergelijke voor een groep doen. Een door de studenten zelf geregelde tegenprestatie zoals stickers op de ME-Bould is toegestaan.
- 29. Het is niet toegestaan om gesponsorde onderdelen te gebruiken op leenbasis.

2.5 Vragen en aanvullingen

- 30. Als ontwerper is het van belang in de beginfase van het ontwerpproject in dialoog te treden met de OPDRACHTGEVER om de opdrachtformulering, het reglement en alles wat daarmee te maken heeft scherp te stellen. Dit gebeurt via het BrightSpace discussieforum*. Houd het forum daarom nauwlettend in de gaten. Antwoorden die op het forum als aanscherping worden gegeven gelden in principe voor alle groepen.
- 31. Door voortschrijdend inzicht kan de OPDRACHTGEVER beslissen om de opdrachtbeschrijving aan te passen. Eventuele aanpassingen zullen via “Brightspace-Mededelingen” worden gecommuniceerd.

* of bij concurrentiegevoelige vragen via een mail aan [Giuseppe Radaelli](#).