



# How to Build a Test Facility – *from funding to realisation*

4<sup>th</sup> Training in Rio de Janeiro, BRA

6<sup>th</sup>-9<sup>th</sup> of May 2019

Michael Trzesniowski

"The European Commission support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein."

**FOR EDUCATIONAL PURPOSE ONLY!**

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



# Content

1. Example FH Joanneum
2. Test Facility Specification
3. Request for Tenders
4. Checklist for Planning
5. Summary and Hints



# *1. Example FH Joanneum*



# Invest

- Start of planning ca.1995
- Costs of 1<sup>st</sup> investment:
  - Building:  $17,5 \cdot 10^6$  EUR (1996)
  - Test rigs:  $17,5 \cdot 10^6$  EUR (1996)

Engine test bay (water brake)  
Engine test bay (transient AC dyno)  
Chassis dynamometer  
Climate chamber  
SHED  
Acoustic laboratory (w/o lining)  
Electric/Electronic laboratory  
Measurement technology lab  
Workshop



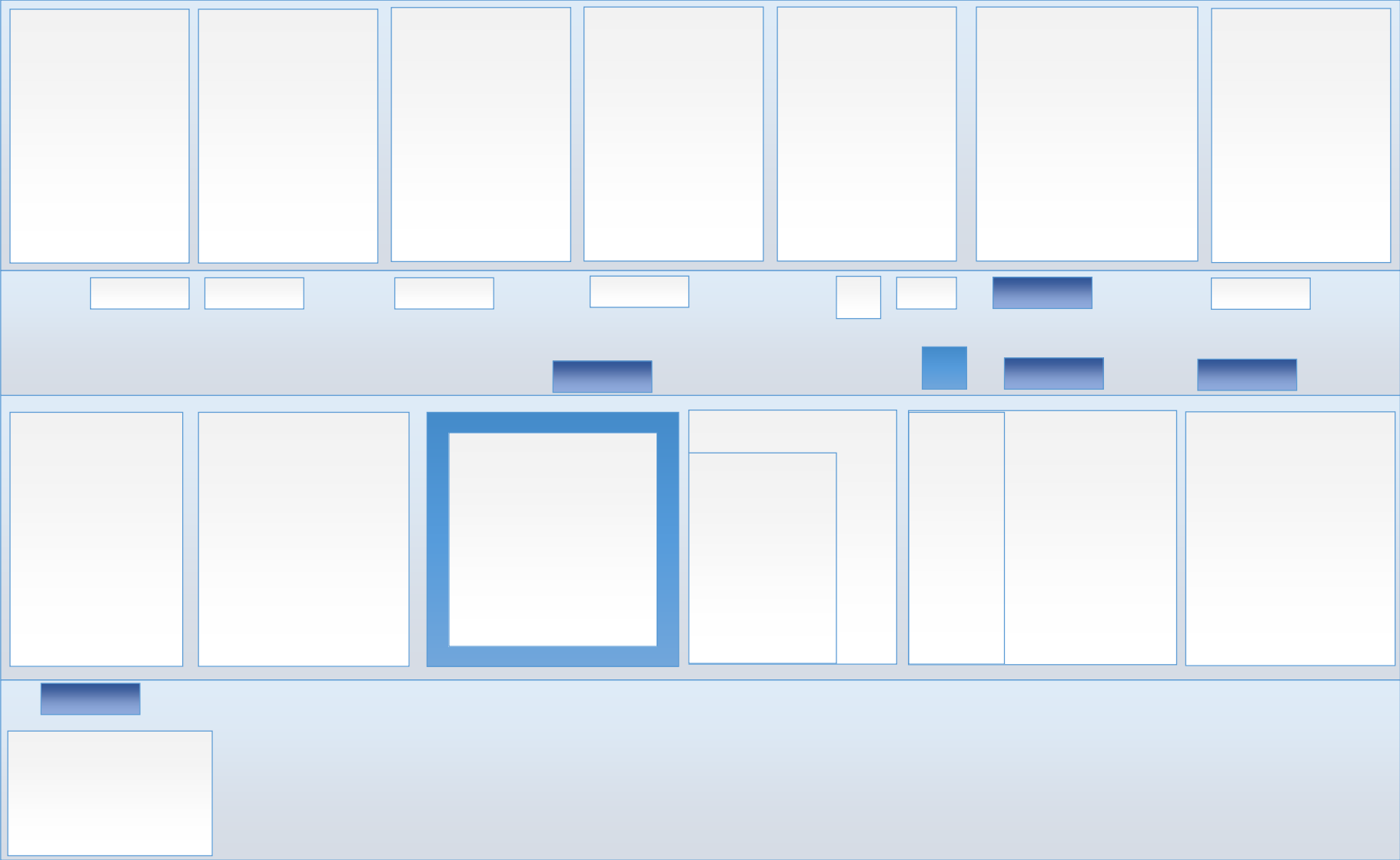
# View of Building



Test facilities of UAS  
Graz seen from east  
(2019)



# Floor Plan



Testing area, 1996  
Building



# Floor Plan



Testing area, 1996  
With test rigs



## *2. Test Facility Specification*





# Levels of Facility Specification

1. Operational specification → What is it for?
2. Functional specification → What does it consist of and where does it go?
3. Detailed functional specification → How does it all work?



# Operational Specification

- What are the primary and secondary purposes for which the facility is intended?
- What is the geographical location, altitude, proximity to sensitive or hostile neighbors (industrial processes or residential), and seasonal range of climatic conditions?
- What is the realistic range of units under test (UUT)? How are test data to be displayed, distributed, stored, and post-processed?
- How many individual cells have been specified, and is the number and type supported by a sensible workflow and business plan?
- What possible extension of specification or further purposes should be provided for in the initial design?
- May there be a future requirement to install additional equipment and how will this affect space requirement?
- How often will the UUT be changed and what arrangements are made for transport into and from the cells, and where will the UUT be prepared for test?



# Operational Specification

- How many different fuels are required and are arrangements made for quantities of special or reference fuels?
- What up-rating, if any, will be required of the site electrical supply and distribution system? Be aware that modern AC dynamometers may require a significant investment in electrical supply up-rating and specialized transformers.
- To what degree must engine vibration and exhaust noise be attenuated within the building and at the property border?
- Have all local regulations (fire, safety, environment, working practices, etc.) been studied and considered within the specification?
- Have the site insurers been consulted, particularly if insured risk has changed or a change of site use is being planned?



# Operational Specification

Consider discussion with:

- Local planning authority
- Local petroleum officer and fire department
- Local environmental officer
- Building insurers
- Local electrical supply authority
- Site utility providers.

Bear in mind in case officials overreact:

*An engine test cell, using volatile fuels, is a “zone 2” hazard containment box. While it is possible and necessary to maintain a non-explosive environment, it is not possible to make its interior inherently safe since the unit under test is not inherently safe; therefore, the cell’s function is to minimize and contain the hazards by design and function and to inhibit human access when hazards may be present.*



# Operational Specification

Consider strategic points:

- The installed base, relevant to your own industrial sector.
- Does one or more of your major customers exclusively use a particular control system? (Commonality of systems may give a significant advantage in exchange of data and test sequences.)
- Level of operator training and support required.
- Has the control system been proven to work with any or all of intended third-party hardware?
- Is communication with the control modules of the units under test required and is it possible via the designated “comms bus”?



# Operational Specification

Consider strategic points:

- How much of the core system is based on industrial standard systems and what is the viability and cost of both hardware and software upgrades? (Do not assume that a “system X lite” may be upgraded to a full “system X”.)
- Requirements to use pre-existing data or to export data from the new facility to existing databases.
- Ease of creating your test sequences.
- Ease of channel calibration and configuration.
- Flexibility of data display, post-processing, and exporting options.



# Operational Specification

You will have to deal with:

- Civil contractor
- Building services contractors
- Test instrumentation contractor.



# *3. Request for Tenders*





# Request for Tenders

Documents to be prepared:

- Part 1: General terms and conditions
- Part 2: Terms and conditions of contract
- Part 3: Schedule of services (Technical Specification)



Ted-tenders electronic daily  
Supplement to the Official Journal of the European Union

**Bekanntmachung erhalten**

Ihre Bekanntmachung ist bei uns eingegangen und wurde mit der temporären Referenznummer 20170224-005131 (17-076810-001) versehen. Bitte geben Sie in allen künftigen Schreiben über diese Bekanntmachung vor ihrer Veröffentlichung diese Nummer an.

| Zusammenfassung der Bekanntmachung |                                 |
|------------------------------------|---------------------------------|
| Gesendet von                       | FH JOANNEUM Gesellschaft mbH    |
| Empfangsdatum                      | Feb 24, 2017 8:15:28 AM         |
| Temporäre Referenznummer           | 20170224-005131 (17-076810-001) |

Die Bekanntmachung wird auf der [TED-Website](#) innerhalb von 5 Tagen (12 Tagen, wenn Sie ein Organ oder eine Agentur der EU vertreten) veröffentlicht. Weitere Informationen zu Regeln, Schlussterminen usw. finden Sie in den [Richtlinien für das Beschaffungswesen](#).

Vielen Dank.

Mit freundlichen Grüßen

Das TED-Team

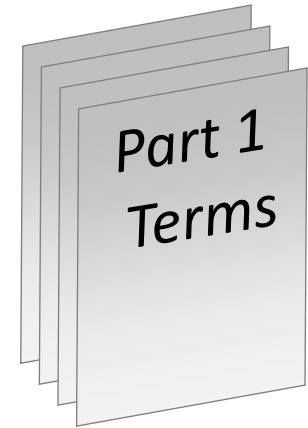
Diese Nachricht wurde automatisch generiert - bitte nicht antworten. Das Amt für Veröffentlichungen können Sie über den [Kontakt-Link](#) auf [SIMAP](#) kontaktieren.



# Request for Tenders

## Part 1: General terms and conditions

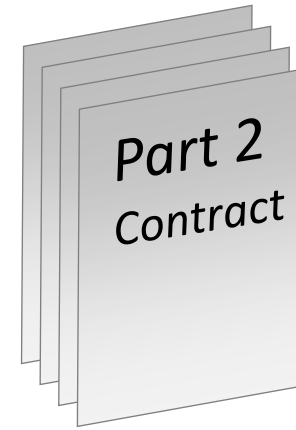
- Terms of tendering procedure: Start, end, acceptance
- Legal basic information: Questions, way of communication,...
- Tenderer: Single, bidding consortium
- Eligibility: Technical  
Financial and economical
- Offer: Form and content
- Assessment of offers
- Acceptance of tender: Criteria, assignment of scores
- Form sheets: Coversheet, confirmation of eligibility,...



# Request for Tenders

## Part 2: Terms and conditions of contract

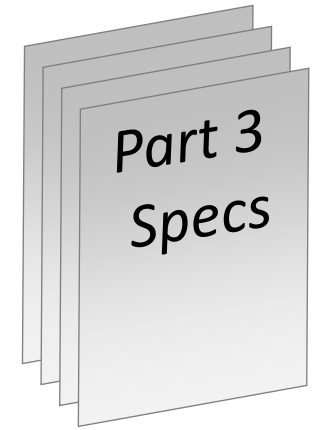
- Form and content of documentation
- Warranty
- Acceptance
- Defects, spare parts, repairs
- Non-disclosure agreements
- Conditions of payment
- Place of jurisdiction



# Request for Tenders

## Part 3: Schedule of services (Technical Specification)

- Introduction: Current state
- Purpose of request, target state, scope of delivery
- Description of test bed: Function, test cell, surroundings, interfaces
- Boundary conditions of intended tests, typical tests
- Standards, instructions, technical regulations to be considered
- Handover procedure, instruction and training, after-sales services
- Form sheets:            Technical specifications of offered items  
                                  Overview scope of delivery and prices



# Request for Tenders

What to prepare in advance:

(Useful as checklist and records of procedure)

## 1. Register of arrived offers

- Date & time of acceptance
- Name of tenderer
- Comment (wrapping of parcel broken,...)
- Name of receiver

### Verzeichnis eingelangter Angebote

Vergabeverfahren: Ausschreibung Abgasanalyzesystem für einen Allrad-Scheitelrollenprüfstand (AZ: P 50/17)

Verfahrensart: Offenes Verfahren OSB

Vergebende Stelle: Institut FZT

Bearbeiter(in):

Folgende Angebote sind im oben genannten Verfahren eingelangt:

| Nr. | Datum & Uhrzeit der Entgegennahme | Bieter | Kommentar | Name Übernehmer/in |
|-----|-----------------------------------|--------|-----------|--------------------|
| 1   |                                   |        |           |                    |
| 2   |                                   |        |           |                    |
| 3   |                                   |        |           |                    |



# Request for Tenders

What to prepare (cont.):

## 2. Attendance list for opening of offers

- Date, start, end
- Name of commissioner + signature
- Tenderer, name of representative, signature

**FH | JOANNEUM**  
University of Applied Sciences

### Anwesenheitsliste bei der Angebotsöffnung

Vergabeverfahren: Ausschreibung Abgasanalysesystem für einen Allrad-Scheitelrollenprüfstand (AZ: P 50/17)

Verfahrensart: Offenes Verfahren OSB

Ort: Alte Poststraße 149, 8020 Graz, Zimmer 125, 1. Stock

Datum: 08.01.2018

Beginn: \_\_\_\_\_ Ende: \_\_\_\_\_

| Kommissionsmitglied | Unterschrift |
|---------------------|--------------|
|                     |              |
|                     |              |
|                     |              |

| Bieter | Anwesender Vertreter | Unterschrift |
|--------|----------------------|--------------|
|        |                      |              |
|        |                      |              |



# Request for Tenders

What to prepare (cont.):

## 3. Checklist for opening of offers

- What do we expect:
  - List of items mentioned in Part 1 – General terms and conditions
- Is offer signed?
- Mark offers and addenda clearly
- Read out:
  - Name and place of business of tenderer
  - All round price
  - Caveats and declarations of tenderers
  - Any relevant statement of tenderers
- Write protocol

M. Trzesniowski, 03Jan18

### Checkliste für Angebotsöffnung

Vergabeverfahren: Ausschreibung Abgasanalyzesystem für einen Allrad-Scheitelrollenprüfstand (AZ: P 50/17)

8. Jan. 2018 ab 12:30 Uhr im Raum G.AP149.125

**Prüfen:** Angebote rechtzeitig eingelangt und ungeöffnet?

**Beschriften:** Fristgerecht eingelangte und ungeöffnete Angebote mit laufenden Nummern versehen!

**Öffnen:** Angebote

**Kontrollieren:** Enthält Angebot folgende verlangte Bestandteile?

|   |
|---|
| - Bietererklärung   |
| - Ausgefülltes Preisblatt   |
| - Ausgef. Formblatt Techn. Daten                                    |
| - Preisliste Ersatzteile  |
| - Ggf. Liste techn. Ersatzlösungen                                  |
| - Erklärung über die mögliche Erbringung von Service-Leistungen     |
| - Nachweise zur Befugnis und <u>wirtschaftl.</u> Leistungsfähigkeit |
| - Nachweis f. techn. Leistungsfähigkeit                             |
| - Ggf. Erklärung einer Bietergemeinschaft                           |
| - Weitere Teile   |

**Feststellen:** Angebot unterfertigt?

**Kennzeichnen:** Angebot und Beilagen

|                  |   |
|------------------|---|
| <b>Verlesen:</b> | • Name und Geschäftssitz des Bieters  |
|                  | • Gesamtpreis oder Angebotspreis + Nachlässe und Aufschläge + evtl. Teilgesamtpreise oder Teilangebotspreise sowie die Variantenangebotspreise. |
|                  | • wesentliche Vorbehalte und Erklärungen des Bieters.   |
|                  | • sonstige im Hinblick auf andere Zuschlagskriterien als den Preis relevante, in Zahlen ausgedrückte Bieterangaben.                             |

**Anfertigen:** Niederschrift über Angebotsöffnung (Kommission).

**Prüfen:** Im Detail nicht ausgeschiedene Angebote (Kommission).

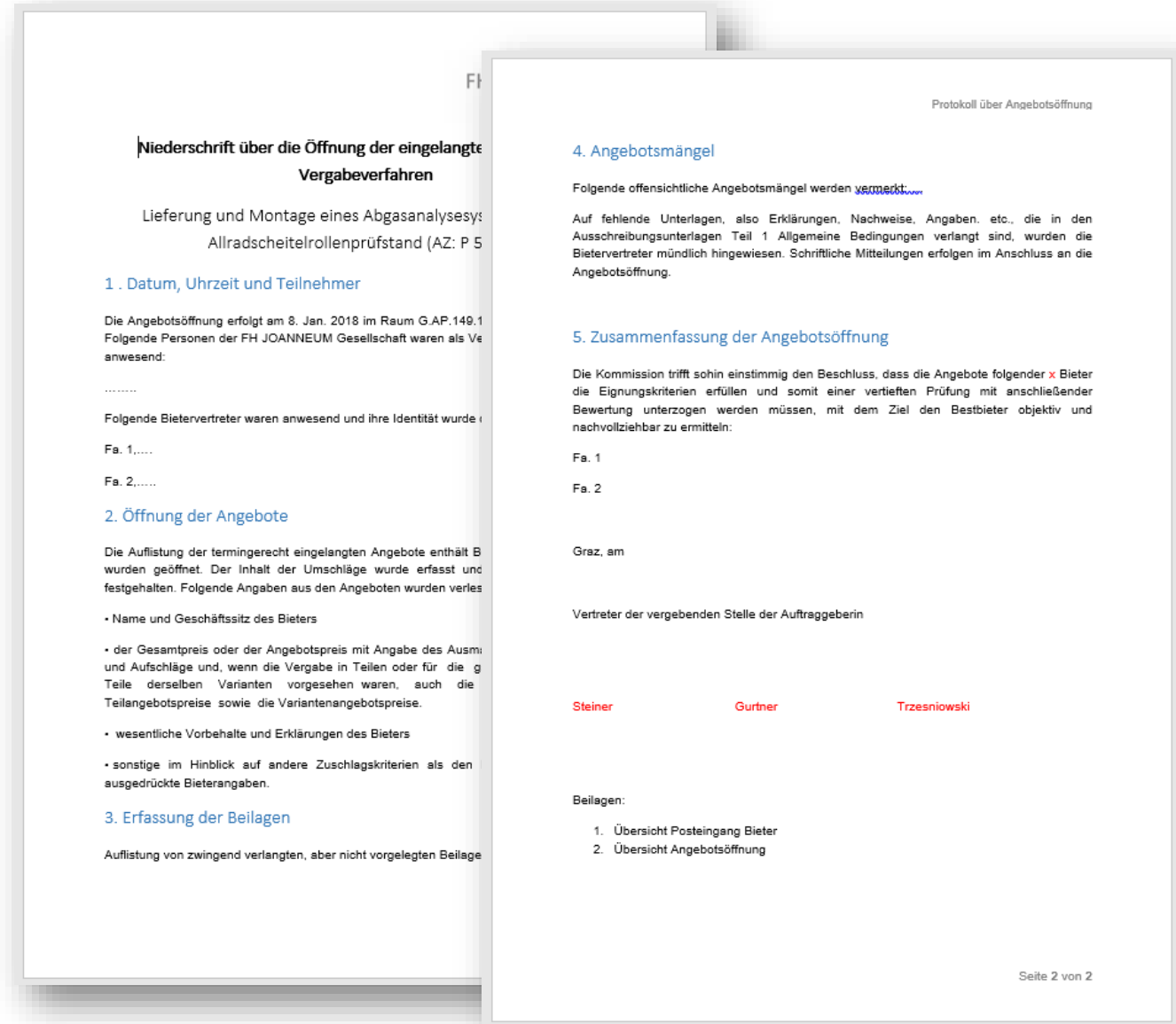


# Request for Tenders

What to prepare (cont.):

## 4. Memorandum in writing of opening of offers

- Date, time and participants
- Opening of offers:
  - Name of tenderer
  - All round price
  - Any caveats or declarations
- Register of addenda
- Apparent defects
- Summary: Who's offer will be treated subsequently





# Request for Tenders

What to prepare (cont.):

## 5. Single record (for each offer)

- Name of tenderer, address
- List of criteria of acceptance:
  - In time
  - Closed
  - Signed
  - Complete (all required parts at hand)
- Number of offer parts
- All round price
- Statements, defects, comments

FH JOANNEUM  
University of Applied Sciences

**Einzelprotokoll Angebotsöffnung**  
(für jedes Angebot separat auszufüllen)

Vergabeverfahren: Ausschreibung Abgasanalyzesystem für einen Allrad-Scheitelrollenprüfstand (AZ: P 50/17)

Verfahrensart: Offenes Verfahren OSB

Ort: Alte Poststraße 149, 8020 Graz, Zimmer 125, 1. Stock

Datum: 08.01.2018

Uhrzeit:

|                        |  |                              |  |
|------------------------|--|------------------------------|--|
| Bieter<br>(Name/Firma) |  | laufende Nr. des<br>Angebots |  |
| Adresse                |  |                              |  |

|   | ja/nein | Kommentar |
|---|---------|-----------|
| rechtzeitig                                 |         |           |
| verschlossen                                |         |           |
| unterfertigt                                |         |           |
| alle verlangten Bestand-<br>teile vorhanden |         |           |

|  |  |
|--|--|
| Anzahl der Angebotsteile                       |  |
| Gesamtpreis (exkl. USt) und<br>Positionspreise |  |
| Angebotspreis                                  |  |

Einzelprotokoll Angebot „Abgasanalyzesystem“ 1/2

FH JOANNEUM  
University of Applied Sciences

wesentliche Erklärungen/Vorbehalte/offensichtliche Angebotsmängel

Unterschrift Kommission:

Einzelprotokoll Angebot „Abgasanalyzesystem“ 2/2



# Request for Tenders

What to prepare (cont.):

## 6. Evaluation sheet

- Criteria (ref. part 1):
  - Technical
  - Economical
- Weighting
- Scores

Beilage 1: Bewertungsbogen für Ausschreibung "Abgasanalyzesystem Rollenprüfstand", November 20:

**FH JOANNEUM**  
University of Applied Sciences

FH JOANNEUM, Institut für Fahrzeugtechnik, Gráz

Datum:

Bearbeiter:

Unterschrift:

= Eingabezelle

| Bewertungskriterium              | Gewichtung D | Punkte Maximum | Bieter              |                  |                 |                     |                  |                 |                     |                  |                 |                     |                  |                 |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------------------|------------------|-----------------|---------------------|------------------|-----------------|---------------------|------------------|-----------------|---------------------|------------------|-----------------|
|                                  |              |                | Bieter 1            |                  |                 | Bieter 2            |                  |                 | Bieter 3            |                  |                 | Bieter 4            |                  |                 |
|                                  |              |                | Eigen-schafts-größe | Punkte erzielt E | gewichtet = DxE | Eigen-schafts-größe | Punkte erzielt E | gewichtet = DxE | Eigen-schafts-größe | Punkte erzielt E | gewichtet = DxE | Eigen-schafts-größe | Punkte erzielt E | gewichtet = DxE |
| <b>1 Technische Aspekte</b>      | <b>35%</b>   |                |                     |                  |                 |                     |                  |                 |                     |                  |                 |                     |                  |                 |
| 1.1 Technische Eigenschaften     | 10%          | 100            |                     | 0                | 0               |                     | 0                | 0               |                     | 0                | 0               |                     | 0                | 0               |
| 1.2 Anlagenverfügbarkeit:        | 25%          | 100            |                     |                  | 0               |                     |                  | 0               |                     |                  | 0               |                     |                  | 0               |
| Technische Verfügbarkeit         |              |                |                     | 0                |                 |                     | 0                |                 |                     | 0                |                 |                     | 0                |                 |
| <b>2 Wirtschaftliche Aspekte</b> | <b>65%</b>   |                |                     |                  |                 |                     |                  |                 |                     |                  |                 |                     |                  |                 |
| 2.1 Gewährleistungsdauer         | 5%           | 100            |                     | 0                | 0               |                     | 0                | 0               |                     | 0                | 0               |                     | 0                | 0               |
| 2.2 Preis                        | 50%          | 100            |                     | 0                | 0               |                     | 0                | 0               |                     | 0                | 0               |                     | 0                | 0               |
| 2.3 Instandhaltungskosten        | 5%           | 100            |                     | 0                | 0               |                     | 0                | 0               |                     | 0                | 0               |                     | 0                | 0               |
| 2.4 Ersatzteilverfügbarkeit      | 5%           | 100            |                     | 0                | 0               |                     | 0                | 0               |                     | 0                | 0               |                     | 0                | 0               |
|                                  |              |                |                     | Summe:           | 0               |                     | Summe:           | 0               |                     | Summe:           | 0               |                     | Summe:           | 0               |

| Angaben von erforderlichen Bezugswerten |  |    |        |
|---|--|----|--------|
| zu 1.1                                  | Punkte für Erfüllen der Kann-Forderungen | 10 | Punkte |
|   | Punkte für Übererfüllung                 | 10 | Punkte |
| zu 1.2                                  | Höchste Verfügbarkeit                    | %  |        |
| zu 2.1                                  | Mindestdauer Gewährleistung              | 3  | Jahre  |
|   | Punkte pro Mehrjahr                      | 10 | Punkte |
| zu 2.2                                  | Niedrigster Preis aller Bieter           |    | EUR    |
| zu 2.3                                  | Niedrigste Instandhaltungskosten         |    | EUR    |
| zu 2.4                                  | Längste Ersatzteilverfügbarkeit          |    | Jahre  |

Anm.: Min. 4 Jahre lt. Teil 2 Punkt 2.6.

O:\Transferzentrum\1 Prüffeld und QM\7 Projektmanagement\Budget\Investitionen\170kt,Ausschreibung Rollenprüfstand\Vorlagen\Beilage 1,Bewertungsbogen,Ausschreibung\_Rollenprüfstand,2017.xlsx



# Request for Tenders

What to prepare (cont.):

## 7. Acceptance of tender

- Contracting body:
  - Name
  - Address
- Subject of contract
  - Legal basis for decision
  - All round Price
- Contractor
  - Name
  - Address
- Declined tenderers
  - Name
  - Reason for decline
- Enclosures

FH JOANNEUM  
University of Applied Sciences

Vergabevermerk gemäß § 136 BVerG 2006

**Beschaffung Lieferung und Montage Abgasanalyseesystem für Scheitelrollenprüfstand und PEMS**

1. Name und Anschrift des Auftraggebers  
  
FH JOANNEUM Gesellschaft mbH  
Alte Poststraße 149  
8020 Graz
2. Gegenstand und Wert des Auftrags  
  
Im Transferzentrum des Instituts für Fahrzeugtechnik der FH JOANNEUM Gesellschaft mbH ist u. a. ein klimatisierter Scheitelrollenprüfstand in Allradausführung im Einsatz. Das Institut verfügt über eine Akkreditierung für Abgasmessungen gemäß der internationalen Norm EN ISO/IEC 17025 (Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien) und führt seit 1999 als unabhängige akademische Einrichtung Abgasmessungen an Kraftfahrzeugen nach europäischen, japanischen und US-Normen auf diesem Rollenprüfstand durch.  
  
Durch neue, strengere gesetzliche Vorgaben – Stichworte WLTP (Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure) und EPA Greenhouse-Gas-Regulierung – muss die Abgasanalyseeinrichtung des Rollenprüfstands entsprechend aufgerüstet werden, damit weiterhin gesetzkonforme Messungen durchgeführt werden können. Auf Grund des Alters der Anlage (Baujahr 1998) und der immer schwieriger werdenden Ersatzteilversorgung wurde beschlossen ein modernes und für die nächsten Jahre gerüstetes Equipment auszusprechen.  
  
Grundlage der Ausschreibung sind die Vorschriften EG 2017/1151 (Europa) und EPA 40 CFR part 1065 / 1066 (USA). Die bisherigen Messmethoden nach ECE R 83, EG 715/2007, EG 692/2008, EPA 40 CFR part 86, 10 – 15 Mode (Japan) und JC 08 (Japan) müssen selbstverständlich auch mit der erneuerten Ausrüstung dargestellt werden können.  
  
Die wichtigsten Bestandteile sind nachfolgend aufgelistet:
  - Fahrzeugnahe beheizte Abgas-Verdünnungsluftmischstelle (Mixing Point)
  - CVS-Anlage (Constant Volume Sampling) mit vier separaten Verdünnungsluft- und Messgas-Beutel (4 Phasen System)
  - Abgasanalyseesystem für Beutel- oder Modalmessung (verdünnt) für CO, CO<sub>2</sub>, THC, CH<sub>4</sub>, NMHC, NO<sub>x</sub>, NO, NO<sub>2</sub> sowie N<sub>2</sub>O und Messeinrichtung zur Bestimmung der Partikelmasse. Der vorhandene Partikelzähler wird weiterverwendet
  - Inbetriebnahme, Einschulung
  - Support  
Nach Durchführung des Verfahrens wurde eine Anlage entsprechend den Ausschreibungskriterien in Auftrag gegeben (siehe Beilage 1, Angebot NN) wie folgt:

1/2

FH JOANNEUM  
University of Applied Sciences

- Abgas-Verdünnungsluftmischstelle  
CVS-Anlage  
Abgasanalyseesystem

**Kaufpreis: EUR ??,- (exkl. USt)**

Der Zuschlag wurde am durch Fax-Übermittlung einer Bestellung erteilt (siehe Beilage 2)

3. Namen des berücksichtigten Bewerbers und die Gründe für dessen Auswahl  
  
**Name**  
**Address**  
  
Das gewünschte Produkt erfüllt alle Punkte der Ausschreibung (siehe Beilage 3 Prüfungsprotokoll\_NN)
4. Namen der ausgeschlossenen Bewerber oder Bieter und die Gründe für ihre Ablehnung, sowie die Namen der Bieter deren Angebote ausgeschieden wurden und die Gründe für das Ausscheiden  
  
Kein weiterer Bieter

**Beilagen:** 1. Angebot NN  
2. Bestellung NN  
3. Prüfungsprotokoll\_NN

2/2



# *4. Checklist for Planning*



# Checklist for Planning

## 1. Description of UUT (information only)

- a. Purpose of tests: Education, R&D, type approval
- b. Frequency of tests
- c. Customers

## 2. Building

- a. Noise protection
- b. Electric installation
- c. Floor, pan
- d. Crane runway
- e. Fire protection
- f. Gas alert system
- g. Tank system, storage system

## 3. Power Absorber

- a. Static, dynamic
- b. One, two or four quadrant
- c. Torque flange
- d. rpm sensor
- e. Lock-out device
- f. Substructure
- g. Frequency inverter, controller

## 4. Mechanical components

- a. Flooring and subfloor construction
- b. Rigging of UUT
- c. Shaft connections
- d. Shaft guard
- e. Brackets, supports



# Checklist for Planning

## 5. Cooling systems

- a. Cooling of power absorber
- b. Cooling of frequency inverter
- c. Conditioning of combustion air
- d. Conditioning of fuels
- e. Conditioning of lubricants

## 6. Supply with operating resources

- a. Cell ventilation
- b. Combustion air supplies
- c. Exhaust gas system: OEM type, suction funnel, volume flow, trap, silencer, fire protection
- d. Fuel supply: Pressure, piping, fittings, leakage testing, fire protection
- e. Shop-air supply: Compressor, piping, connections
- f. Water supply: Pressure, piping, fittings, leakage testing
- g. Disposal of pan sump



# Checklist for Planning

7. Electrical design requirements
  - a. Electrical signal and measurement interference
  - b. Earthing system design
  - c. Layout of cabling
  - d. Integration of AC dynamometer systems
  - e. Power cable material and bend radii
  - f. Electrical power supply specification
  - g. Electrical cabinet ventilation
  - h. Safety standards



# Checklist for Planning

8. Measurement instruments: Range, accuracy, dynamic properties, data acquisition (analog, digital)
  - a. Force sensors, displacement sensors, acceleration/vibration measurement
  - b. Torque measurements: Torque flange, in-line shaft, trunnion-mounted dyno
  - c. Speed measurements: Speed, crank angle sensors
  - d. Fuel consumption
  - e. Combustion air mass flow
  - f. Blow-by gas flow
  - g. Exhaust gas analysis, soot, opacity, particle mass, particle number
  - h. Pressure measurements
  - i. Temperature measurements
  - j. Indicating systems: Combustion analysis
  - k. Wear testing: Radionuclide technique (RNT), non-RNT
  - l. Weather data





# Checklist for Planning

## 9. Operation

- a. Machinery and control system: Starting, stopping, manual control, “unmanned” running, emergency stop function, computerized monitoring of test cell, service status displays
- b. Open-/ closed-loop control of engine and power absorber
- c. Test control software, test sequence editing
- d. Data acquisition and transducer chain: Channel names, calibration, transducer boxes

## 10. Documentation

11. Regulations to be adhered to

12. Packing, transport

13. Construction, installation, commissioning, inspection and approval

14. Briefing and training (course, in-house, on-the-job)



# *5. Summary and Hints*



# Summary and Hints

- Plan effort of several years or > 1000 working hours
- Building and machinery is treated separately, i.e. several requests for tenders
- Start investigation (state of the art, costs, lead time) ahead(!) of official request procedure: Afterwards communication is forbidden
- The more accurate the request for tenders ([part 3](#)) the less surprise what you get
- Keep chronological records of all important steps, statements and decisions
- You may need several attempts
- Good luck!



# References (not to be translated)

- • A. J. Martyr A. J., Plint M. A.: Engine Testing, The Design, Building, Modification and Use of Powertrain Test Facilities. 4. Edit. Oxford: Elsevier, 2012
- • Atkins R. D.: An Introduction to Engine Testing and Development. Warrendale: SAE International 2009
- • Borgeest K.: Messtechnik und Prüfstände für Verbrennungsmotoren, Messungen am Motor, Abgasanalytik, Prüfstände und Medienversorgung. Wiesbaden: Springer Vieweg 2016



# How to build a test facility – from funding to realization

Questions?

"The European Commission support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein."

**FOR EDUCATIONAL PURPOSE ONLY!**

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

