

Aufgabenstellung PREN2 Herbstsemester 2015

17. September 2015, Version 2
Adrian Omlin

Autonomes Entsorgungsfahrzeug

1	Einleitung	2
2	Aufgabe	2
2.1	Ausblick auf PREN 2	2
3	Randbedingungen	3
3.1	Parcours	3
3.2	Fahrbahn	4
3.3	Abfallcontainer	4
3.4	Entsorgungsbecken	4
3.5	Zu realisierendes Fahrzeug	5
3.6	Wettbewerbskriterien	5
3.7	Material und Beschaffung	6
3.8	Kosten	7
4	Ausführung und Bewertung PREN 1	7

Modulverantwortlicher: Ernst Lüthi

Fachliche Begleitung:
De Angelis Marco
Habegger Jürg
Joss Marcel
Klaper Martin
Koller Thomas
Lang Udo
Lustenberger Stefan
Lüthi Ernst
Mettler Rolf
Omlin Adrian
Thalmann Markus
Vogel Martin

Version	Datum	Änderung	Verantwortlich
1	16.9.15	Ersterstellung	Adrian Omlin
2	17.9.15	Seite 2 etwa in der Mitte: Korrektur: gelbe blaue	Adrian Omlin

1 Einleitung

Die aktuellen Herausforderungen in der Produktentwicklung lassen sich meist nicht mehr von einer einzelnen Disziplin lösen. Deshalb erarbeiten an der Hochschule Luzern - Technik & Architektur Teams aus Studierenden der Studiengänge Elektrotechnik, Informatik und Maschinentechnik Lösungen zu einer interdisziplinären, exemplarischen Aufgabenstellung.

In PREN 1 im Herbstsemester erarbeitet jedes Team ein Lösungskonzept. In PREN 2 im folgenden Frühlingssemester bauen die Teams basierend auf ihrem Lösungskonzept ein Funktionsmuster, um die Tauglichkeit des Konzepts zu beweisen.

Zentral in PREN ist die strukturierte, professionelle Projektabwicklung unter Anwendung des in Kontext 1 und 2 sowie in den fachspezifischen Modulen Gelernten. Die Arbeit soll in späteren Projektaufgaben als Beispiel für die Vorgehensweise und die Projektdokumentation dienen.

2 Aufgabe

Das Fahrzeug, das Sie im HS15 und FS16 realisieren, muss in der Lage sein, autonom einer Strasse zu folgen, die richtigen Abfallcontainer zu finden, diese zu leeren und das Entsorgungsgut in einer Deponie zu entsorgen. Diese Aufgabe soll in möglichst kurzer Zeit erledigt werden. Vor dem Startsignal befindet sich Ihr Fahrzeug auf einem Parkplatz. Die Abfallcontainer sind auf der rechten Strassenseite auf dem Trottoir aufgestellt. Es gibt gelbe, grüne und blaue Abfallcontainer. Die gelben gehören einem andern Unternehmen und müssen stehen bleiben. Nebst gelben stehen zwei grüne oder zwei blaue Container am rechten Strassenrand. Diese müssen geleert und wieder hingestellt werden. Der Inhalt ist in einem Entsorgungsbecken zu entleeren.

Das Fahrzeug eines zweiten Teams ist gleichzeitig in Gegenrichtung unterwegs und leert dort die Abfallcontainer. Es ist also mit Gegenverkehr zu rechnen. Es darf nur auf der Strasse gefahren werden. Auf dem Trottoir können sich Fussgänger aufhalten.

Die Hauptaufgabe in PREN 1 ist das Erarbeiten eines Konzeptes. Aus diesem Gesamtkonzept soll auch im Detail ersichtlich sein, wie das Gesamtfunktionsmuster, das Sie in PREN 2 realisieren werden, aufgebaut sein wird.

Der Lösungsansatz für einzelne kritische Teilprobleme muss in PREN 1 durch den Aufbau von Teilfunktionsmustern verifiziert werden.

2.1 Ausblick auf PREN 2

In PREN 2 wird das System basierend auf dem in PREN 1 erarbeiteten Lösungskonzept aufgebaut und ausgetestet.

Als Höhepunkt findet im Rahmen des Kompetenznachweises im Sommer 2016 ein Wettbewerb statt, an dem Sie Ihr Fahrzeug mit denen der anderen Teams messen. Ein Teil der Bewertungspunkte (10 bis 20% der Gesamtpunktzahl von PREN 2) wird entsprechend dem Wettbewerbserfolg vergeben. Bewertet wird in erster Linie die korrekte Ausführung der Aufgabe. Die Zeit wird auch mitberücksichtigt.

3 Randbedingungen

3.1 Parcours

Der Parcours ist in Abbildung 1 dargestellt. Diese Abbildung ist nicht massstäblich. Die Position der Abfallcontainer auf dem Trottoir ist beliebig.

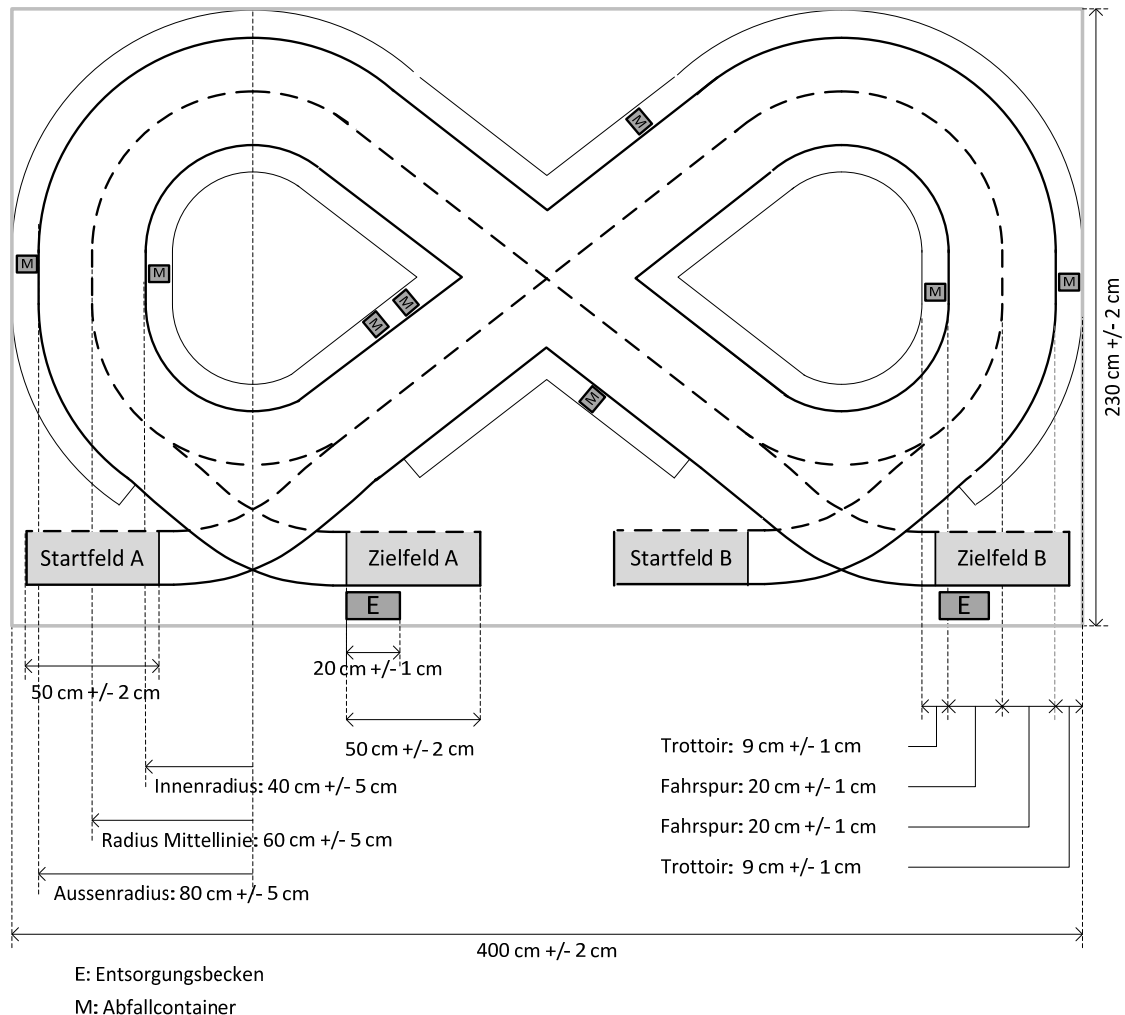


Abbildung 1: Parcours, Draufsicht, nicht massstäblich

Der Parcours wird mit Spanplatten realisiert. Falls er aus mehreren Platten aufgebaut werden muss, werden die Spanplatten mit Nägeln oder Senkkopfschrauben auf einem Grundrahmen befestigt. Auf der Fahrbahn ist also mit kleinen Fugen zu rechnen (Fugenbreite $< 2\text{ mm}$, Überstand $< 2\text{ mm}$).

Das Spielfeld liegt auf dem Boden oder auf einem Tisch. Die Hindernisfreiheit über dem Feld beträgt mindestens 1 m . Der hindernisfreie Raum um das Feld beträgt mindestens 0.5 m .

Das Spielfeld darf nicht verändert werden. Es dürfen beispielsweise keine Führungsschienen oder Navigationsmittel angebracht werden.

3.2 Fahrbahn

Die Strassenoberfläche wird grau gestrichen. Die beiden Fahrbahnhälften sind durch eine weisse, gestrichelte Linie getrennt.

Die Fahrspurbreite beträgt 20 cm +/- 1 cm. Das ist der Abstand zwischen der Mitte der Strassenmittellinie und dem rechten Rand der Fahrbahn.

Die Mittellinie ist weiss, gestrichelt und 1 cm +/- 0.2 cm breit.

Der rechte Rand der Fahrspur ist:

- durch die Trottoirkante gegeben (dort, wo ein Trottoir ist),
- mit einer weissen Linie markiert (z.B. bei der Einfahrt ins Zielfeld)
- oder gar nicht gekennzeichnet (z.B. auf der Kreuzung).

Die weisse Linie ist, wo vorhanden, 1 cm +/- 0.2 cm breit. Ihre Mitte verläuft entlang dem Strassenrand, hat also zur Mitte der Mittellinie einen Abstand von 20 cm +/- 1 cm.

Der minimale Kurvenradius der Strassenmittellinie beträgt 60 cm +/- 5 cm.

Das Trottoir ist 9 cm +/- 1 cm breit. Die Trottoirkante hat eine Höhe von 0.5 cm +/- 0.1 cm.

Auf der Kreuzung gilt Rechtsvortritt.

Auf dem Trottoir können sich Fussgänger aufhalten. Auch ist mit Bauarbeitern, Abschränkungen etc. zu rechnen. Personen und Material sind mindestens 10 cm von den Mülltonnen entfernt.

Das Start- und Zielparkfeld ist 50 cm +/- 2 cm lang und 20 cm +/- 1 cm breit. Auf drei Seiten ist der Rand mit einer weissen, 1 cm +/- 0.2 cm breiten Linie markiert. Die vom Fahrzeug aus gesehene linke Begrenzung ist wie die Mittellinie gekennzeichnet.

3.3 Abfallcontainer

Die Abfallcontainer sind ca. 8 cm hoch, 6 cm tief und 5 cm breit. Hergestellt werden Sie von der Firma Bruder im Massstab 1:16. Sie sind blau, grün oder gelb.

Die Abfallcontainer stehen auf dem Trottoir und überragen dieses nicht. Sie werden von Hand positioniert. Der Haltegriff der Container ist der Strasse zugewandt. Die Seitenlinie des Containers weicht maximal 20° von der Trottoirkante ab. Stehen zwei Container nebeneinander, beträgt der Abstand dazwischen mindestens 5 cm.

Die Abfallcontainer stehen nur auf den geraden Streckenabschnitten.

Der leere Container hat ein Gewicht von ca. 24 g. Er wird mit maximal 50 g Entsorgungsgut beladen. Das Entsorgungsgut ist schüttbar (z.B. Schrauben, Muttern oder Kügelchen, etc.).

3.4 Entsorgungsbecken

Das Entsorgungsbecken hat eine rechteckige Grundfläche mit einer Länge von 20 cm +/- 1 cm einer Breite von 10 cm +/- 1 cm. Die Wandhöhe beträgt 2 cm +/- 0.5 cm. Die Wand ist maximal 1 cm stark.

Auf dem Parcours sind zwei Entsorgungsbecken platziert. Sie stehen am rechten Strassenrand. Der Abstand von der Innenkante der Wand zum inneren, d.h. dem Fahrzeug zugewandten Rand der Fahrbahnbegrenzungslinie beträgt 2 cm +/- 1 cm (horizontal gemessen).

3.5 Zu realisierendes Fahrzeug

Das Fahrzeug muss eine Eigenkonstruktion sein. Einzelne Systemkomponenten wie z.B. Servos, das Lenkgetriebe eines Modellautos, ein Mikrocontrollerboard oder eine Kamera dürfen zugekauft und eingesetzt werden.

Das Fahrzeug muss die Aufgabe autonom bewältigen. Nach dem Startbefehl dürfen keine Eingriffe mehr vorgenommen werden. Insbesondere muss das Fahrzeug die Position der Abfallcontainer selbständig finden. Zum Starten darf das Fahrzeug berührt werden (z.B. Startknopf auf dem Fahrzeug). Ein automatischer Start oder ein Start über Funk ist natürlich eleganter. Es ist nicht erlaubt, das Fahrzeug von einem stationären Rechner aus zu steuern. Auch müssen sich eine allfällige Kamera und andere Sensoren auf dem Fahrzeug befinden.

Die maximalen Abmessungen des Fahrzeugs während der Fahrt und auf dem Parkplatz betragen:

Breite: 15 cm (das entspricht im Massstab 1:16 ca. 2.4 m)

Länge: 35 cm (das entspricht im Massstab 1:16 ca. 5.6 m)

Höhe: 20 cm (das entspricht im Massstab 1:16 ca. 3.2 m)

Während dem Aufnehmen und Abladen des Entsorgungsgutes dürfen diese Abmessungen in einem vernünftigen Masse überschritten werden. Ein Kreuzen mit einem Fahrzeug eines anderen Teams auf einer zweispurigen Strecke muss natürlich möglich sein.

3.6 Wettbewerbskriterien

Am Wettbewerb anlässlich des Kompetenznachweises in PREN 2 haben Sie vor dem Start maximal 2 Minuten Zeit, um das Fahrzeug startklar zu machen. Die Position der Abfallcontainer ist noch nicht bekannt.

Vor dem Startsignal steht das Fahrzeug auf dem zugewiesenen Startfeld.

Das Startsignal erfolgt akustisch durch Zählen („Drei, Zwei, Eins, Start!“).

Die Abfallcontainer und allfällige Hindernisse werden nach dem Startsignal nicht mehr verschoben. Wie gesagt ist aber ein weiteres Fahrzeug auf dem Parcours unterwegs.

Die Endzeit wird mit einer Stoppuhr gemessen. Die Zeit wird genommen, wenn Ihr Fahrzeug das Entsorgungsgut abgeladen hat und auf dem Endparkfeld steht.

Die maximal zulässige Zeit beträgt 4 Minuten. Nach dieser Zeit wird der Vorgang abgebrochen.

Folgende Kriterien werden gewertet:

- Kollisionsfreie Fahrt ohne Verlassen der Fahrbahn.
- Beide Abfallcontainer gefunden, geleert und wieder korrekt auf dem Trottoir abgestellt.
- Das Entsorgungsgut im Becken entsorgt.
- Das Fahrzeug korrekt parkiert.

Wird der erste Abfallcontainer gefunden, geleert und nachher wieder richtig platziert, gibt es 3 Punkte.

Wird der zweite Abfallcontainer gefunden, geleert und nachher wieder richtig platziert, gibt es 3 Punkte.

Wird das Entsorgungsgut im vollständig Becken entsorgt, gibt es 3 Punkte.

Für die Zeit gibt es maximal 6 Punkte. Das schnellste Team erhält 6 Punkte, das langsamste 0 Punkte. Dazwischen werden die Punkte entsprechend der gestoppten Zeit linear verteilt.

Abzüge von den 3 möglichen Punkten je Container:

- | | |
|--|------------|
| Der Container wird nicht vollständig geleert oder Entsorgungsgut wird verschüttet: | - 1 Punkt |
| Der Container wird offensichtlich richtig erkannt aber nicht geleert: | - 2 Punkte |
| Der Container steht nach dem Leeren nicht korrekt auf dem Trottoir: | - 1 Punkt |

Abzüge von den 3 möglichen Punkten fürs Entsorgen:

Ein kleiner Teil des Entsorgungsgutes wird verschüttet:

- 1 Punkt

Ein grosser Teil des Entsorgungsgutes wird verschüttet:

- 2 Punkte

Maximal sind also 15 Punkte möglich (Auftrag vollständig erfüllt und Bestzeit). Von der erreichten Gesamtpunktzahl werden weiter folgende Punkte abgezogen:

Verlässt das Fahrzeug die Fahrbahn um maximal 4 cm, pro Vorfall:

- 1 Punkte

Verlässt das Fahrzeug die Fahrbahn um maximal 10 cm, pro Vorfall:

- 2 Punkte

Verlässt das Fahrzeug die Fahrbahn um mehr als 10 cm, kollidiert es mit einem Hindernis oder dem entgegenkommenden Fahrzeug oder fährt es einen Fussgänger an, ist der Auftrag nicht erfüllt und der Durchgang wird mit 0 Punkten bewertet.

Überragt das Fahrzeug am Ende der Spielzeit den Parkplatz um maximal 5 cm:

- 1 Punkt

Überragt das Fahrzeug am Ende der Spielzeit den Parkplatz um maximal 15 cm,

- 2 Punkte

Wird das Parkfeld um mehr als 15 cm überragt, wird der Durchgang mit 0 Punkten bewertet.

Wird ein gelber Container nicht stehen gelassen (berührt, verschoben, umgeworfen) - 3 Punkte

Beispiel:

- Fahrt ohne Kollision
- Beide Container gefunden und geleert. Bei einem wurde etwas Entsorgungsgut verschüttet, der andere Container liegt nach dem Leeren auf dem Trottoir:
(3 Punkte – 1 Punkte) plus (3 Punkte – 1 Punkte) = 4 Punkte
- Das Entsorgungsgut wird vollständig im Becken entsorgt: 3 Punkte
- Das Fahrzeug fährt einmal kurz aufs Trottoir: - 1 Punkt
- Das Fahrzeug ist nicht ganz korrekt parkiert. Es überragt das Parkfeld um 2 cm: - 1 Punkt
- Die Zeit zum Ausführen des Auftrags wurde mit 2 Minuten 25 Sekunden gemessen. Das Beste Team hatte genau 1 Minute, das schlechteste 3 Minuten: Das gibt 1.75 Punkte

Der Lauf wird mit 6.75 Bewertungspunkten bewertet.

Gemäss diesen Bewertungspunkten wird die Rangliste erstellt. Die Punkte, die in die Notengebung für den Kompetenznachweis PREN 2 einfließen, werden entsprechend der Rangierung bestimmt. Sie sind also nicht identisch mit den Bewertungspunkten. Die Umrechnungstabelle, die zeigt, welcher Rang wie viele Punkte für die Notengebung ergibt, wird in PREN 2 bekanntgegeben.

3.7 Material und Beschaffung

Wird bereits in PREN 1 für Tests oder für den Aufbau von Funktionsmustern Material benötigt, so kann der Kauf beim betreuenden Dozierenden beantragt werden. Der Entscheid zur Beschaffung obliegt dem betreuenden Dozenten oder dem Dozententeam.

Damit Sammelbestellungen getätigt werden können, soll das beschaffte Material vorzugsweise von folgenden Lieferanten kommen:

- Conrad Electronic
- Distrelec
- Mädler
- Farnell

Wenn nötig, kann Material auch bei andern Lieferanten bestellt werden.

Wird Material vom Team selber eingekauft, können die Kosten zurückgefordert werden. Das ist nur bei Abgabe des Originals des Kaufbeleges möglich. Eine selbst getätigte Materialbestellung muss auf die Privatadresse erfolgen. Es darf kein Material auf den Namen der Hochschule Luzern Technik & Architektur beschafft werden.

Es wird abgeraten, Material im Ausland zu bestellen, da die Lieferkosten und die Zollgebühren sehr hoch sind und oft beträchtliche Lieferzeiten bestehen.

Die Hochschule hat aus ehemaligen PREN-Durchführungen einiges an Material an Lager wie Servoantriebe, DC- und Schrittmotoren (detaillierte Liste siehe ILIAS). Dieses Material kann ausgeliehen werden.

3.8 Kosten

Für den Bau der Teilfunktionsmuster in PREN 1 und für die Realisierung des Systems in PREN 2 stehen Ihnen als Team insgesamt CHF 500.- zur Verfügung. Davon dürfen maximal CHF 200.- in PREN 1 ausgegeben werden.

Aus diesem Betrag müssen sämtliche Kaufteile sowie allfällige Software bezahlt werden. Die Kosten für Normteile wie Schrauben, Lager, Rohmaterial, Widerstände, Kondensatoren usw. werden nicht verrechnet, sofern die Teile gemäss Lagerliste in den Werkstätten der HSLU - T&A am Lager sind. (Detaillierte Liste siehe ILIAS).

Die Verwendung von „gesponserten“ Komponenten ist möglich. Um kein Team zu benachteiligen, werden diese Komponenten, auch wenn der HSLU keine Auslagen entstehen, mit einem realistischen Preis in die Kostenrechnung einbezogen.

Private Laptops, Computer, Smartphones und Tablets fallen nicht in die Kostenrechnung. Verwendete Netz- und Ladegeräte fallen ebenfalls nicht in die Kostenrechnung, ausser wenn Sie extra für diese Anwendung beschafft und von der Hochschule Luzern bezahlt werden.

Das von der HSLU zum Bau der Teilfunktionsmuster ausgeliehene Material wird ebenfalls verrechnet, und zwar zum halben Listenpreis. Sobald Sie das Material in einwandfreiem Zustand zurückgeben, wird Ihnen der entsprechende Betrag wieder gutgeschrieben. Wenn Sie das Material in PREN 2 verwenden möchten, wird es Ihnen ebenfalls zum halben Kaufpreis verrechnet.

Die Nutzung von freien Softwarekomponenten oder –services ist zulässig und belastet die Kostenrechnung nicht.

Falls gewünscht, kann von der HSLU ein HCS08 µP-Starterkit ausgeliehen werden.

Es können Bauteile im Rapid Prototyping Verfahren mit dem 3D-Drucker (FDM Verfahren, Werkstoff ABS) der HSLU - T&A hergestellt werden.

Im Fablab lässt sich mit einem Lasergerät Plexiglas und Holz zuschneiden.

Die Kosten für die Arbeitszeit von Mitarbeitenden der HSLU - T&A zur Herstellung von Teilen sind in den oben erwähnten CHF 500.- nicht mit eingerechnet.

Jedem Team stehen für PREN 1 und PREN 2 zusammen folgende Hilfen zur Verfügung:

- maximal 25 h Maschinenlaufzeit des 3D-Druckers
- maximal 1 h Maschinenlaufzeit des Lasergeräts
- maximal 10 Arbeitsstunden des Werkstattpersonals Elektrotechnik
- maximal 10 Arbeitsstunden des Werkstattpersonals Maschinentechnik

4 Ausführung und Bewertung PREN 1

Neben der technischen Richtigkeit legen wir unser Augenmerk auch auf die professionelle Abwicklung des Projekts. Dazu gehören unter anderem:

- Kontinuierliche Projektplanung mit Vergleich von Planung und Realität
- Definition der Produkthanforderungen in einer Anforderungsliste
- Dokumentation der Technologierecherche
- Risikomanagement
- Erarbeiten von Lösungsvarianten und systematische Lösungsfindung
- Vollständige, verständliche und nachvollziehbare Dokumentation des Gesamtkonzepts inkl. Designüberlegungen

Die Arbeit muss in einem Projektbericht dokumentiert werden. Der Aufbau der Dokumentation basiert auf den Inputs aus dem Kontextmodul 1.

Für die Zulassung zum Kompetenznachweis müssen die folgenden Punkte erfüllt sein:

- Technologierecherche und Anforderungsliste (Testat 1 in SW4)
- Evaluation der Lösungsprinzipien und Auswahl der optimalen Lösungskombination(en) (Testat 2 in SW9)
- Freigabe des Gesamtkonzepts.
Dokumentation zu 80% fertig gestellt (Testat 3 in SW13)

Für den Kompetenznachweis werden die folgenden Kriterien mit der entsprechenden Gewichtung bewertet (PREN 1):

Kriterien	Gewichtung
Teamarbeit und Arbeitsweise Zusammenarbeit / Arbeitsplanung / Problemerkennung / Konfliktbewältigung / Systematik / Informationsbeschaffung / Interdisziplinarität / Projektmanagement / persönlicher Einsatz / Initiative / Effizienz / Arbeitsmenge	20 %
Resultate und Ergebnisse Innovationsgehalt / technische Machbarkeit / technische Richtigkeit / Einfachheit / Herstellbarkeit / sinnvoller Einsatz von Technologien / Vollständigkeit / Schnittstellen / Wirtschaftlichkeit / Nachvollziehbarkeit / Layout / Softwarearchitektur / Zuverlässigkeit / Ästhetik / Bedienbarkeit Technologierecherche / Produkthanforderung (Teil-)Funktionsmuster	50 %
Dokumentation Formales / Aufbau / Integration der Disziplinen / Sprache / Vollständigkeit / Verständlichkeit / Glaubwürdigkeit / Kohärenz / Abbildungen / Tabellen / Quellenangaben	20 %
Präsentation Beginn / Schluss / Sprache / Inhalt / Verständlichkeit / Glaubwürdigkeit / Vorgehen / nonverbale Aspekte / Einsatz visueller Hilfsmittel	10 %

Wir erwarten eine Zusammenarbeit über die Grenzen der Disziplinen hinweg. Jede Disziplin muss einen nachweisbaren Beitrag zum Erfolg leisten.

Alle Mitglieder des Teams erhalten die gleiche Bewertung. In Ausnahmefällen können einzelne Teammitglieder separat bewertet werden.

Wird ein Team am Kompetenznachweis mit „FX“ bewertet, erhält es die Gelegenheit zur Nachbesserung. Das kann eine Teamaufgabe sein. Alle Teammitglieder erhalten in diesem Fall nach der Nachprüfung ein „F“ oder ein „E“. Es ist auch möglich, dass jedes Teammitglied zur Nachbesserung eine individuelle Aufgabe lösen muss. Nach der Nachprüfung wird für jedes Teammitglied einzeln entschieden, ob es ein „F“ oder ein „E“ erhält.