

Prüfung

# Quantitative Methoden des Operations Management (Beschaffungsmanagement II)

Prof. Dr. Matthias G. Wichmann

**Nachname:**

Last name

.....

**Vorname:**

First name

.....

**Matrikelnummer:**

Matriculation number

.....

**Studiengang:**

Study program

.....

**Prüfungsfähigkeit:**

State of health

Mit der Unterschrift bestätige ich, dass ich mich gesundheitlich in der Lage fühle die Prüfung durchzuführen.

With this signature I declare that I am feeling healthy to participate at the exam.

**Unterschrift:**

Signature

.....

Vom Kontrollierenden auszufüllen:

To be filled by the examiner:

Aufgabe	QMOM		Gesamtpunktzahl
	QMOM 1	QMOM 2	
Maximale Punktzahl	30	30	60
Erreichte Punktzahl			

Letzte drei Ziffern der Matrikelnummer:

## Bearbeitungshinweise

- Überprüfen Sie sofort nach Erhalt die Vollständigkeit (12 Blätter inklusive Deckblatt) des Klausurexemplars.
- Schreiben Sie auf jede Seite die letzten drei Ziffern Ihrer Matrikelnummer.
- Zur Lösung – auch für Konzepte – sind nur die vorgesehenen Lösungsfelder zu benutzen. Wenn Sie darüber hinausgehend Platz benötigen, verwenden Sie zunächst die Rückseite des jeweiligen Blattes und vermerken Sie dies. Verwenden Sie kein eigenes Papier. Bei weiterem Platzbedarf wenden Sie sich bitte an die Aufsicht, um entsprechend gekennzeichnetes Papier zu erhalten.
- Die Antworten müssen in der Sprache der Fragen gegeben werden.
- Die Bearbeitungszeit ergibt sich aus dem Prüfungsmodus (Einzelklausur, Kombinationsklausur) und wird von der Aufsicht angekündigt.
- Als Hilfsmittel sind nur Schreib- und Zeichengeräte, eine handschriftlich beschriebene A5 Seite sowie ein nichtkommunikationsfähiger Taschenrechner zulässig.

## Instructions

- Verify that your copy of the exam is complete (12 sheets including cover page).
- Write down the last three digits of your matriculation number on each sheet.
- Use the provided solution space for your answers. If you need additional space, use the back of the respective sheet and make a note. Do not use your own paper. Additional approved paper may be obtained from the supervisor.
- The answers must be given in the language of the questions.
- The allowed time depends on the type of exam (single exam, combined exam) and is announced by the supervisor.
- Allowed tools are writing and drawing utensils, a handwritten A5 page and as well as a non-communicating calculator.

Letzte drei Ziffern der Matrikelnummer:

## Quantitative Methoden des Operations Management

### Aufgabe QMOM 1: Ressourcenorientierte Produktionsplanung (30 Punkte)

Als Operations Manager beim jungen Start-Up „(re)new Smartphone“ arbeiten Sie am weiteren Aufbau des Unternehmens und stehen vor verschiedenen Planungsaufgaben. Im Fokus des Start-Ups stehen die Neuproduktion von „(re)-Phones“ sowie das Wiederaufkaufen von genutzten „(re)-Phones“ und deren Wiederaufbereitung. Das Geschäftsmodell basiert darauf, dass die „(re)-Phones“ sich am Markt qualitätsmäßig nicht unterscheiden und zum gleichen Preis verkauft werden.

- a) Zu Beginn Ihrer Analysen führen Sie zunächst Einordnungen zur ressourcenorientierten Produktionsplanung durch.
- *Definieren* Sie den Begriff Ressource und setzen Sie diesen in Zusammenhang mit der Produktion.
  - *Nennen* Sie zwei Kategorien von natürlichen Ressourcen und *ordnen* Sie jeweils ein Beispiel zu.
  - *Warum* liegt bei „(re)new Smartphone“ eine ressourcenorientierte Produktionsplanung vor? (7 Punkte)

### ### LÖSUNGSANFANG ###

Definition nach Duden, VDI, Fandel ODER eigene Worte (1 P) eine Erklärung ausreichend

Duden: „1. natürlich vorhandener Bestand von etwas, was für einen bestimmten Zweck, besonders zur Ernährung der Menschen und zur wirtschaftlichen Produktion, [ständig] benötigt wird. 2. Bestand an Geldmitteln, Geldquelle, auf die jemand zurückgreifen kann.“

VDI 4499: „[...] alle erforderlichen Mittel, die zur Realisierung eines Prozesses oder zu Erledigung einer Aufgabe benötigt werden [...]“

Fandel (2014): „Güter die zur Produktion eingesetzt werden, heißen Inputgüter, Ressourcen oder Produktionsfaktoren, auch kurz Inputs genannt.“

Erneuerbare, Nicht Erneuerbare, Quasi unerschöpflich, Umweltmedien; zwei Kategorien ausreichend (2 P)

Letzte drei Ziffern der Matrikelnummer:

Zuordnung von Beispielen zu *den gewählten Kategorien*: Erneuerbare (Flora, Fauna), Nicht erneuerbare (Erdöl, Kohle, Erze), Quasi unerschöpflich (Sonne, Wind, Geothermie), Umweltmedien (Böden, Wasser, Luft) **(2 P)**

Es werden „(re)-Phones“ vom Kunden zurückgenommen, wiederaufbereitet und erneut. Damit müssen weniger Smartphones neuproduziert werden und es werden Ressourcen als Produktionsinput geschont. **(2 P)**

### ### LÖSUNGSENDE ###

- b) Ihnen liegt für die ressourcenorientierte Produktionsplanung folgende mathematische Notation und Modellierung in Tabelle QMOM 1 vor. Bevor das Modell zum Einsatz bei „(re)new Smartphone“ kommt, wollen Sie es validieren.
- *Beschreiben* Sie die Zielfunktion verbal und *begründen* Sie, ob sichergestellt wird, dass in jeder Periode alle vom Markt zurückgekauften Smartphones wiederaufbereitet werden.
  - Was beschreiben die Nebenbedingungen (1) und (2)? (6 Punkte)

<p><b>Indizes</b>  <math>t \in T</math> Menge an Perioden  <math>(T = 1, \dots, T)</math></p> <p><b>Parameter</b>  <math>d_t</math> Nachfrage in Periode <math>t</math></p> <p><math>e</math> Absatzpreis je            (Re)new Smartphone</p> <p><math>kn_t</math> Kapazität der            Neuproduktion in Periode <math>t</math></p> <p><math>kw_t</math> Kapazität der            Wiederaufbereitung in Periode <math>t</math></p> <p><math>n</math> Neuproduktionskosten je            (re)-Phone</p> <p><math>w</math> Wiederaufbereitungskosten je            (re)-Phone</p> <p><b>Entscheidungsvariablen</b>  <math>X_t</math> Neuproduktionsmenge            (re)-Phone in Periode <math>t</math></p> <p><math>Y_t</math> Wiederaufbereitungsmenge            (re)-Phone in Periode <math>t</math></p>	<p><b>Zielfunktion</b>  <math display="block">\text{Max } Z = \sum_{t \in T} e \cdot (X_t + Y_t) - n \cdot X_t - w \cdot Y_t</math></p> <p><b>Nebenbedingungen</b></p> <p><math>X_t + Y_t \leq d_t \quad (1) \quad \forall t \in T</math></p> <p><math>X_t \leq kn_t \quad (2) \quad \forall t \in T</math></p> <p><math>Y_t \leq kw_t \quad (3) \quad \forall t \in T</math></p> <p><math>X_t, Y_t \geq 0 \quad (4) \quad \forall t \in T</math></p>
--	---

Tabelle QMOM 1: Modell ressourcenorientierte Produktionsplanung

### ### LÖSUNGSBEGINN ###

Letzte drei Ziffern der Matrikelnummer:

Die Zielfunktion beschreibt die Maximierung des Deckungsbeitrags, bestehend aus den Erlösen der abverkauften „(re)-Phones“ abzüglich der Neu- bzw. Wiederaufbereitungskosten im Planungszeitraum  $T$ . **(2 P)**

Da das Modell auf eine Deckungsbeitragsmaximierung abzielt, ist nicht sichergestellt, dass die volle Kapazität der Wiederaufbereitung (aus dem Markt zurückgekaufte Smartphones) ausgeschöpft wird. Je nach Kostensatz der Neuproduktion bzw. der Wiederaufbereitung, sowie der zeitlich schwankenden Kapazitäten und Bedarfe ist die Aufbereitung aller zurückgekauften Smartphones nicht sichergestellt. Die kleiner-gleich Bedingung in (3) fordert keine Ausschöpfung des vollen Potentials, sondern die Einhaltung der Kapazität. **(2 P)**

Nebenbedingungen (1) beschreiben die maximale Bedarfsdeckung in jeder Periode, bestehend aus neuproduzierten und wiederaufbereiteten „(re)-Phones“. **(1 P)**

Nebenbedingungen (2) beschreiben die Kapazitätseinhaltung der Neuproduktion in jeder Periode. **(1 P)**

### ### LÖSUNGSENDE ###

- c) Ein Kollege hat für das ressourcenorientierte Produktionsmodell aus Tabelle QMOM 1 bereits eine modelltheoretische Einordnung vorgenommen. Bei drei Zeilen ist er sich jedoch unsicher.
- *Nehmen* Sie die modelltheoretische Klassifikation in den übrigen drei Zeilen in Tabelle QMOM 2 vor und begründen Sie Ihre Entscheidungen. **(6 Punkte)**

Klassifikationsmerkmal				
Erkenntnisziel		Beschreibung	Erklärung	Entscheidung
Sachbezug	Sachumfang	Totalmodell		Partialmodell
	Aggregationszustand	Strategisch	Taktisch	Operativ
	Datensicherheit	Deterministisch		Stochastisch
Zeitbezug		Statisch		Zeitablaufbezogen
↳	Zeitablauf	Kontinuierlich		Diskret
↳	Erfassung zeitlicher Kopplungen	Ohne		Mit (dynamisch)

Letzte drei Ziffern der Matrikelnummer:

Modellstruktur	Variablenverknüpfung	Linear		Nichtlinear	
	Definitionsbereich der Variablen	Kontinuierlich	Gemischt-zahlig	Ganzzahlig	Binär
	Struktur der Problemlösung	Simultan		Sequentiell	
Diversität der Zielfunktion		Einkriteriell		Mehrkriteriell	

Tabelle QMOM 2: Modelltheoretische Einordnung

**### LÖSUNGSANFANG ###**

Klassifikationsmerkmal					
Erkenntnisziel		Beschreibung	Erklärung	Entscheidung	
Sachbezug	Sachumfang	Totalmodell		Partialmodell	
	Aggregationszustand	Strategisch	Taktisch	Operativ	
	Datensicherheit	Deterministisch		Stochastisch	
Zeitbezug		Statisch		Zeitablaufbezogen	
	Zeitablauf	Kontinuierlich		Diskret	
	Erfassung zeitlicher Kopplungen	Ohne		Mit (dynamisch)	
Modellstruktur	Variablenverknüpfung	Linear		Nichtlinear	
	Definitionsbereich der Variablen	Kontinuierlich	Gemischt-zahlig	Ganzzahlig	Binär
	Struktur der Problemlösung	Simultan		Sequentiell	
Diversität der Zielfunktion		Einkriteriell		Mehrkriteriell	

**(3 P)** je Zeile ein Punkt

Erkenntnisziel = Entscheidung: Variablen werden festgelegt **(1 P)**

Zeitablauf = Diskret: Perioden sind voneinander abgeschlossen und es werden Entscheidungen zu speziellen Zeitpunkten gesucht; es gibt keine kontinuierliche Zeitfortschreibung **(1 P)**

Variablenverknüpfung = Linear: Variablen werden nicht miteinander multipliziert **(1 P)**

**### LÖSUNGSENDE ###**

Letzte drei Ziffern der Matrikelnummer:

- d) Der Gründer des Start-Ups hat, wie Sie, viele Inhalte zum Produktionsmanagement im Studium kennengelernt. Er hinterfragt das vorgelegte Modell aus Tabelle QMOM 1 und möchte folgendes von Ihnen wissen:
- Was passiert, wenn die Ungleichheitszeichen in den Nebenbedingungen (1) und (4) umgekehrt werden?
  - Welche Modellveränderungen treten auf, wenn neben der Neuproduktion und Wiederaufbereitung zusätzlich „(re)-Phones“ fremdbeschafft werden? Gehen Sie davon aus, dass der Lieferant eine Lieferkapazität je Periode hat und die Fremdprodukte den gleichen Absatzpreis  $e$  erzielen wie neuproduzierte und wiederaufbereitete „(re)-Phones“.
- (6 Punkte)

### ### LÖSUNGSANFANG ###

(1a): Durch das Umkehren des Ungleichheitszeichens würde der Effekt entstehen, dass ein Mindestbedarf je Periode gedeckt werden muss. Das Modell wäre damit nur noch in seinen Kapazitäten und nicht mehr im Absatz der Produkte beschränkt. **(2 P)**

(1b): Das Umkehren des Ungleichheitszeichens würde dazu führen, dass negative Neuproduktions- und Wiederaufbereitungsmengen möglich wären. Dies ist (real) nicht möglich! Bei negativen Deckungsbeiträgen je Produktart führt es unumgänglich zu negativen Mengen nach einer Optimierung. **(2 P)**

+Parameter  $b$ : Beschaffungskosten für ein Fremd-Smartphone

+Parameter  $k_{f_t}$ : Kapazität Fremdbeschaffung (Lieferkapazität)

+Entscheidungsvariable  $Z_t$ : Fremdbeschaffungsmenge in Periode  $t$

Akt. ZF:  $Max Z = \sum_{t \in T} e \cdot (X_t + Y_t + Z_t) - n \cdot X_t - w \cdot Y_t - b \cdot Z_t$

Akt. NB:  $X_t + Y_t + Z_t \leq d_t \forall t \in T$

+NB  $Z_t \leq k_{f_t}; Z_t \geq 0 \forall t \in T$

**(2 P)** Verbalbeschreibung möglich, mathematische Notation nicht notwendig

Variable Bepunktung möglich

### ### LÖSUNGSENDE ###

- e) Das Start-Up „(re)new Smartphone“ hat sich einer nachhaltigen Entwicklung verschrieben. Die angebotenen Produkte sollen ökologisch analysiert und bewertet werden.

Letzte drei Ziffern der Matrikelnummer:

- Welche Methode schlagen Sie für die Analyse vor? Beschreiben Sie kurz deren allgemeines Vorgehen? (5 Punkte)

**### LÖSUNGSANFANG ###**

Life Cycle Assessment (1 P)

Festlegung von Ziel und Umfang, Bestandsanalyse, Folgenabschätzung, Identifikation von Verbesserungsmöglichkeiten (4 P)

ISO 14040 - 14043

**### LÖSUNGSENDE ###**



Letzte drei Ziffern der Matrikelnummer:

## Aufgabe QMOM 2: Energieorientierte Produktionsplanung

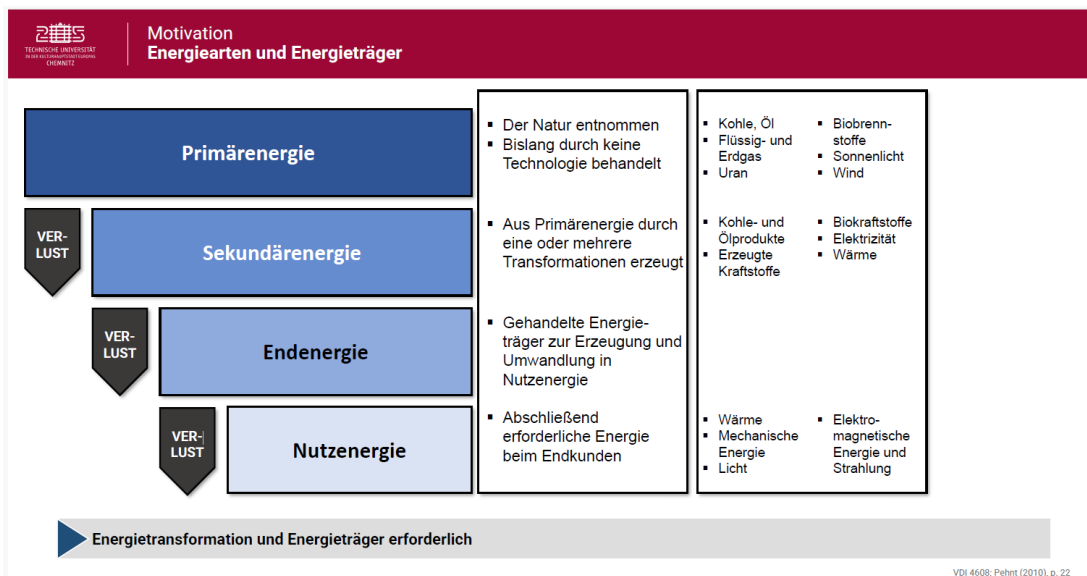
(30 Punkte)

Als Student mit der Vertiefung „energieorientierte Produktionsplanung“ stellen Sie sich einem bundesweiten Wettbewerb zu „Energie im Produktionsumfeld“.

- a) Sie wollen Energie und Produktion gemeinsam betrachten.
- *Nennen* Sie zunächst vier Energiearten.
  - *Skizzieren* Sie zudem an einem selbst gewählten Beispiel die Transformation eines Energieträgers in einem Produktionssystem.

(8 Punkte)

### ### LÖSUNGSANFANG ###



Energiearten (4 P)

ODER

Letzte drei Ziffern der Matrikelnummer:

**Energie- und Ressourceneinsatz in der Produktion**  
**Arten von Energie in der Produktion**








**Definition**

- „Fähigkeit eines Körpers, Arbeit zu verrichten“
- In der Physik: Äquivalent zu Arbeit (W) und Wärme (Q)

$$W = P \cdot t \qquad Q = \dot{Q} \cdot t$$

- Zeitspannenbezogene Größe

**Arten von Energie in der Produktion**

- |  |  |  |   |
|--|--|--|---|
| ▪ Potentielle Energie<br> | ▪ Magnetische Energie<br> | ▪ Chemische Energie<br>   | ▪ Rotationsenergie<br> |
| ▪ Kinetische Energie<br>  | ▪ Thermische Energie<br>  | ▪ Elektrische Energie<br> | ▪ Innere Energie  |

Diekmann und Rosenthal (2014), Hopf (2015); Bilder: ingenieur.de, mdr.de, bwir.de, volth.at, leif.de, saltgitter-ag.de, ruhrnachrichten.de

Sinnvolles Beispiel (keine Allgemeinbeschreibung!) mit Energieträger **(2 P)**

Bsp.: Nutzenergie in Produktionen: mit vorherigem Leistungsverlust bis zur Bereitstellung (Medienbereitstellung → Maschine, ausführliche Beschreibung)

Bsp.: Kraftwerkbeispiel mit Transformation von Primär- in Sekundärenergie; Energiebereitstellung für End- und Nutzenergie; Verlusteffekt

→ sinnvolle Skizze oder verbale Beschreibung der Transformation (Zusammenhang) **(2 P)**

**### LÖSUNGSENDE ###**

b) Aus den Vorlesungen kennen Sie das Planungsproblem des Unit Commitments. Es liegen Ihnen Szenarien vor und Sie sollen die ökonomisch sinnvolle Leistungskonfiguration für eine 1.000 kW Energienachfrage wählen. Gehen Sie davon aus, dass maximal zwei Energiebereitstellungen  $i$  „AN“ sein können. In Tabelle QMOM 3 sind Verbrauchsfunktionen und Leistungsbereiche der Energiebereitstellungen hinterlegt. Weiterhin sind bereits berechnete Szenarien #1 und #2 mit den zugehörigen Kosten gegeben.

- Berechnen Sie die fehlenden Kosten für das Szenario #3. Entscheiden Sie, welche Leistungseinstellungen zur Erfüllung der Nachfrage getroffen werden sollten. Zeigen Sie Ihren Rechenweg auf und begründen Sie Ihre Antwort. (7 Punkte)

$i$	Quadratische Betriebskostenfunktionen	$P_i^{min} [kW]$	$P_i^{max} [kW]$
-----	---------------------------------------	------------------	------------------

Letzte drei Ziffern der Matrikelnummer:

1	$K_1 = 0,008 \cdot P_1^2 + 2 \cdot P_1 + 10$	350	650	
2	$K_2 = 0,002 \cdot P_2^2 + 10 \cdot P_2 + 20$	150	450	
3	$K_3 = 0,006 \cdot P_3^2 + 1 \cdot P_3 + 14$	600	850	
Konfiguration und Kosten der Szenarien				
	$P_1$	$P_2$	$P_3$	Gesamtkosten
#1	600,00	400,00	0	8.430,00 GE
#2	392,86	0	607,14	4.863,29 GE
#3				

Tabelle QMOM 3: Verbrauchsfunktionen

### ### LÖSUNGSANFANG ###

Zusammengesetzte Betriebskostenfunktion:  $i = 2$  &  $i = 3$  „AN“ für 1000 kW

Zwischenergebnisse ausreichend, kompletter Rechenweg nicht notwendig

$0,002 \cdot P_2^2 + 10 \cdot P_2 + 20 + 0,006 \cdot P_3^2 + 1 \cdot P_3 + 14$ mit $P_3 = 1000 - P_2$
$0,002 \cdot P_2^2 + 10 \cdot P_2 + 20 + 0,006 \cdot (1000 - P_2)^2 + 1 \cdot (1000 - P_2) + 14$ (1 P)
$0,002 \cdot P_2^2 + 10 \cdot P_2 + 20 + 6000 - 12 \cdot P_2 + 0,006 \cdot P_2^2 + 1000 \cdot P_2 - P_2 + 14$
$0,008 \cdot P_2^2 - 3 \cdot P_2 + 7034$ (1 P)   Ableiten
$0,016 \cdot P_2 - 3$   zu $P_2$ umstellen
$P_2 = \frac{3}{0,016} = 187,5$ (1 P)
$P_3 = 1000 - 187,5 = 812,5$ (1 P)   Einsetzen in Kostenfunktion
$0,002 \cdot 187,5^2 + 10 \cdot 187,5 + 20 + 0,006 \cdot 812,5^2 + 1 \cdot 812,5 + 14$
<b>6.752,75 GE (1 P)</b>

Konfiguration und Kosten der Szenarien				
	$P_1$	$P_2$	$P_3$	Gesamtkosten
#1	600,00	400,00	0	8.430,00 GE
#2	392,86	0	607,14	4.863,29 GE
#3	0	187,5	812,5	6.752,75 GE

Es sollte Szenario #2 mit den jeweiligen Einstellungen gewählt werden (1 P).

Szenario 2 ist am kostengünstigsten. (1 P)

### ### LÖSUNGSENDE ###

- c) Nun versetzen Sie sich in die Lage eines Unternehmers, welcher mehrere Biomassestromkraftwerk  $KW_n$  betreibt. Historische Daten zeigen, dass einige Kraftwerke bei  $\frac{\text{Biomasse Input [t]}}{\text{erzeugte Leistung [kW]}}$  und bei  $\frac{\text{Mitarbeiter [Anzahl]}}{\text{erzeugte Leistung [kW]}}$  besser sind als andere. In der Abbildung QMOM 1

Letzte drei Ziffern der Matrikelnummer:

ist dafür die Effizienz der bestehenden Kraftwerke visualisiert. Zukünftig gehen die folgenden zwei weiteren Kraftwerke  $KW_H$  und  $KW_I$  ans Netz.

$KW_H$ : 45 t Biomasse, 1 Mitarbeiter, 9.000 kW

$KW_I$ : 40 t Biomasse, 8 Mitarbeiter, 10.000 kW

- Ordnen Sie die Kraftwerke  $KW_H$  und  $KW_I$  in die Abbildung QMOM 1 ein und bestimmen Sie graphisch den effizienten Rand.
- Begründen Sie, warum Sie in nächster Zeit Gespräche mit dem  $KW_G$  führen werden. (5 Punkte)

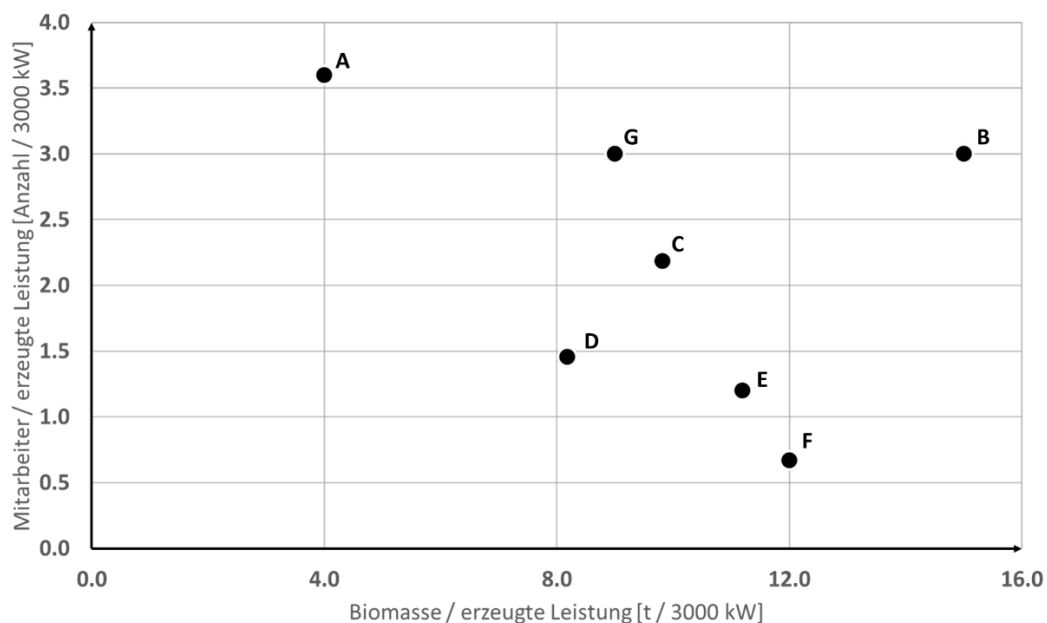
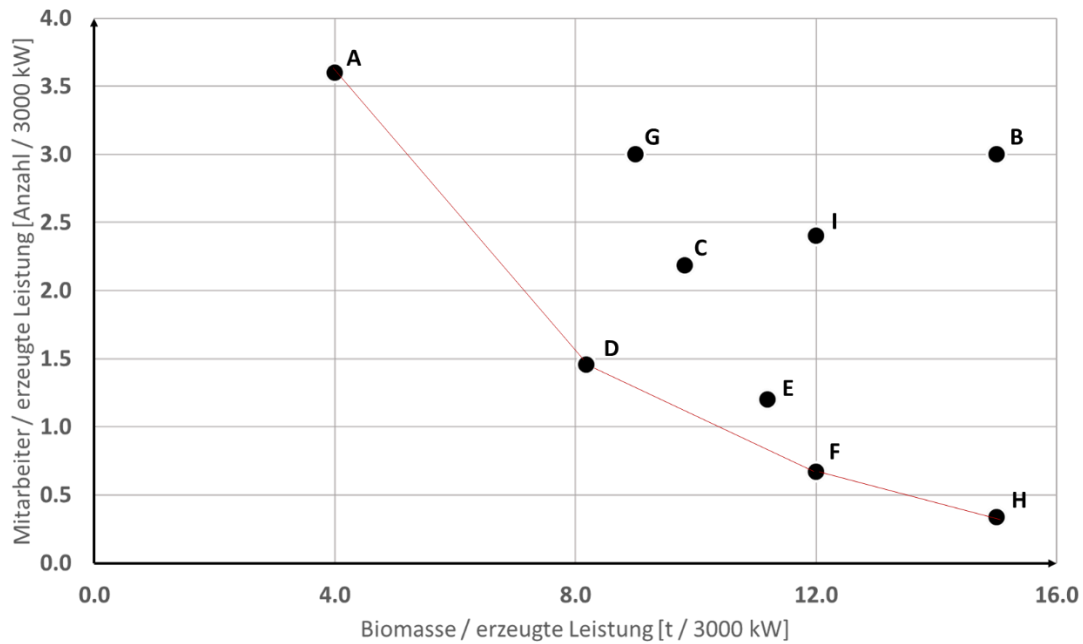


Abbildung QMOM 1: Effizienz der Biomassestromkraftwerke

**### LÖSUNGSANFANG ###**

Letzte drei Ziffern der Matrikelnummer:



Normierung auf 3000 kW und einzeichnen von  $KW_H$  und  $KW_I$  (3 P)

Effizienter Rand (Min) (1 P) – Folgefehler möglich

$KW_G$  liegt nicht auf dem effizienten Rand und steht damit im Vergleich mit anderen Kraftwerken schlechter da.  $KW_G$  sollte sich an  $KW_A$  und  $KW_D$  orientieren, um effizienter zu werden. (1 P)

### LÖSUNGSENDE ###

- d) Als nächstes widmen Sie sich der Strombörse. Für Freitag um 12 Uhr werden 200 MWh Stromleistung benötigt. In Tabelle QMOM 4 haben sieben fiktive Kraftwerke  $KW_n$  Angebote zu lieferbaren Strommengen [kW] und den zugehörigen Grenzkosten  $[\frac{\text{€}}{\text{MWh}}]$  für Freitag 12 Uhr abgegeben.
- Bestimmen Sie das Grenzkraftwerk und den markträumenden Preis für Freitag 12 Uhr. Wie viel Deckungsbeitrag kann  $KW_4$  in der Zeit erwarten? Zeigen Sie Ihren Rechenweg auf. (6 Punkte)

Kraftwerk	Angebotene Leistung [MWh]	Angebotene Grenzkosten $[\frac{\text{€}}{\text{MWh}}]$
$KW_1$	50	7
$KW_2$	40	3
$KW_3$	68	10
$KW_4$	30	4
$KW_5$	90	20

Letzte drei Ziffern der Matrikelnummer:

$KW_6$	95	18
$KW_7$	38	12

Tabelle QMOM 4: Angebotene Leistung und Grenzkosten der Kraftwerke

### ### LÖSUNGSANFANG ###

Sortieren und kumulieren (2 P)

Grenzkraftwerk  $KW_7$  und markträumenden Preis  $12 \frac{\text{€}}{\text{MWh}}$  festlegen (2 P)

Kraftwerk	Leistung	Grenzkosten	Leistung kum
2	40	3	40
4	30	4	70
1	50	7	120
3	68	10	188
<b>7</b>	<b>38</b>	<b>12</b>	<b>226</b>
6	95	18	321
5	90	20	411

Gesamtdeckungsbeitrag (Preis GrenzkW – Preis  $KW_4$ ) \* Menge  $KW_4$  (2 P)

$$= \left( 12 \frac{\text{€}}{\text{MWh}} - 4 \frac{\text{€}}{\text{MWh}} \right) \cdot 30 \text{ MWh} = 240 \text{€}$$

Rechenschritte aufzeigen

### ### LÖSUNGSENDE ###

- e) Nun sollen Sie Auswirkungen von bestimmten Szenarien auf die Strombörse diskutieren. Gehen Sie davon aus, dass derzeit ein (teures) konventionelles Steinkohlekraftwerk als Grenzkraftwerk dient.
- *Beantworten* Sie zum beschriebenen Szenario die folgenden Fragen aus ökonomischer Sicht und *begründen* Sie Ihre Antworten.

(4 Punkte)

Was passiert, wenn unerwartet nahezu alle Windkraftanlagen ausfallen und lediglich ein kleiner Teil der Einspeisungen aus erneuerbaren Energien kommt?

Wie entwickelt sich mittelfristig der durchschnittliche Strombörsenpreis, wenn der Anteil an erneuerbaren Energien steigt, jedoch immer noch ein kleiner Teil konventioneller Energie benötigt wird?

Letzte drei Ziffern der Matrikelnummer:

### ### LÖSUNGSANFANG ###

Es fehlen eingeplante Energiemengen → es müssen tendenziell mehr konventionelle Kraftwerke einspeisen → der Strombörsenpreis wird in dem Moment ansteigen → DB von erneuerbaren Energien steigt **(2 P)**

Ein Einspeiseanstieg von erneuerbarer Energie führt dazu, dass konventionelle Kraftwerke vom Markt verdrängt werden. Sie werden jedoch trotzdem für einen restlichen kleinen Teil an Strombedarf benötigt. Durch die neue Situation kommen die „vielen“ konventionelle Kraftwerke nicht mehr so oft zum Einspeisen, was dazu führt, dass Sie in den wenigen Einsatzmomenten die Grenzkosten erhöhen müssen, um weiter geschäftsfähig zu bleiben. Dies führt mittelfristig zu einem Anstieg des durchschnittlichen Strombörsenpreises. **(2 P)**

Variable Bepunktung je nach Argumentation

### ### LÖSUNGSENDE ###