

2. Factory

(in Zusammenarbeit mit Martina Hachmann)

Im täglichen Leben erlebt man häufig Situationen, in denen man wünscht, sich Lageveränderungen von Objekten und deren Resultate besser im Geiste vorstellen zu können, z. B. beim Legen zweier DIN-A4-Blätter nebeneinander zum Verkleinern auf den Fotokopierer oder beim Einstecken der Magnetkarte in den Geldautomaten. „Factory“ ist ein Computerspiel, mit dem diese Fähigkeit trainiert werden kann und das sich auch als Lernsoftware für den Einsatz in der Grundschule eignet.

Materialbeschreibung und Materialbeschaffung

Factory ist als Computerspiel im Handel erhältlich (*Sunburst Communications / Wings for Learning, Inc.: Factory. Pleasant Ville New York 1994*), kann aber auch unabhängig vom Computer für einen handlungsorientierten Unterricht aufgearbeitet werden.

Damit man möglichst schnell mit der Grundidee vertraut wird, kann man folgendes ausprobieren:

Man nimmt ein quadratisches weißes Blatt Papier und legt es parallel zur Tischkante.

1. Man zeichnet eine waagerechte mitteldicke (im Unterschied zu dünn oder dick) Linie durch den Mittelpunkt des Blattes, sodass zwei gleich große Rechtecke entstehen.
2. Nun dreht man das Blatt um 45° entgegen dem Uhrzeigersinn. Jetzt müsste eine Spitze zur Tischkante zeigen.
3. Anschließend zeichnet man eine waagerechte, d. h. parallel zur Tischkante, dünne Linie durch den Mittelpunkt des Blattes.
4. Wiederum dreht man entgegen dem Uhrzeigersinn um 90°.
5. Dann malt man (der Computer stanzt, das Spiel stempelt) zwei quadratische Löcher auf der Waagerechten des Blattes (parallel zur Tischkante), die jeweils den gleichen Abstand zum Mittelpunkt haben.
6. Abschließend dreht man das Blatt um 90° entgegen dem Uhrzeigersinn.

Ist alles richtig, erhält man abgebildetes Blatt.

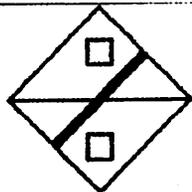


Abb. 1

Die Spielidee lässt sich natürlich auch andersherum ausführen, indem man zu einer Zielfigur (siehe Abbildung 2) den Herstellungsvorgang beschreibt.

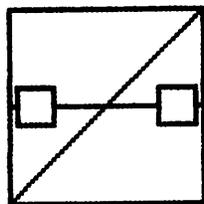


Abb. 2

Beim Computerspiel „Factory“ führt man die entsprechenden Tätigkeiten nun nicht selbst aus, sondern lässt sie auf dem Bildschirm von virtuellen Maschinen erledigen.

Drei Typen von Maschinen stehen zur Verfügung:

Die Drehmaschinen: Man kann sie Drehungen von 45°, 90°, 135° und 180° (gegen den Uhrzeigersinn) durchführen lassen.

Die Zeichenmaschinen: Die Zeichenmaschinen können ausschließlich waagerechte Linien durch den Mittelpunkt zeichnen, jedoch in unterschiedlichen Stärken: dünn, mitteldick und dick.

Die Stanzmaschinen: Die Stanzmaschinen können sechs verschiedene Lochanordnungen stanzen, die jedoch immer auf der Waagerechten durch den Mittelpunkt angeordnet sind: eins, zwei oder drei runde Löcher, eins, zwei oder drei quadratische Löcher.

Da nicht in allen Schulen Computer bereitstehen, wurde das Material so abgewandelt, dass die Idee trotzdem nutzbar blieb.

Die Spielregeln beziehen sich hauptsächlich auf Handlungen, die beim Computerspiel automatisch vom Computer übernommen werden.

Es wird – entsprechend dem Computerspiel – zwischen drei Spielvarianten, die jeweils vom vorgegebenen Material bestimmt werden, unterschieden: „Experiment“, „Predict“, „Challenge“.

Sind weder Maschinenanordnungs- noch Endproduktkarten vorgegeben, darf der Spieler nach Belieben experimentieren („Experiment“).

Sind die Maschinenanordnungskarten vorgegeben, soll das Endprodukt vorausgesagt werden („Predict“).

Sind die Endproduktkarten vorgegeben, soll die Anordnung der einzelnen Maschinen bestimmt werden („Challenge“).

Die Spielvariante „Experiment“ wird mit der Grundausstattung durchgeführt. Bei der Spielvariante „Predict“ liegen zusätzlich Maschinenanordnungskarten und bei der Spielvariante „Challenge“ Endproduktkarten auf dem Tisch.

Bei den Varianten „Predict“ und „Challenge“ gibt es jeweils drei Schwierigkeitsstufen (leicht, mittelschwer, schwer), zwischen denen der Spieler wählen kann.

Zur Herstellung des Spieles werden folgende Holzeinzelteile benötigt:

- acht quadratische Holzplatten (Seitenlänge: 13,5 cm, Höhe: ca. 12–15 mm),
- zehn quadratische Holzplatten (Seitenlänge: 9 cm, Höhe: ca. 12–15 mm),
- sechs Holzquadrate (Seitenlänge: 2 cm, Höhe: ca. 5–10 mm),
- sechs Holzkreise (Durchmesser: 2 cm, Höhe: ca. 5–10 mm),
- ein Holzstab (13,5 cm × 0,5 cm × ca. 5–10 mm),
- ein Holzstab (13,5 cm × 1 cm × ca. 5–10 mm),
- ein Holzstab (13,5 cm × 1,5 cm × ca. 5–10 mm),

- ein Holzdübel
(Durchmesser: 8 mm, Länge: ca. 18 mm)

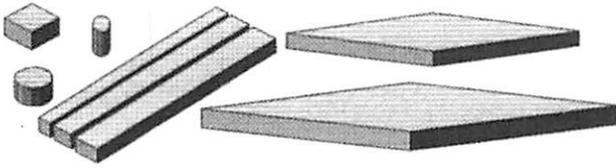


Abb. 3

Jede Holzplatte sollte mit einem Loch ($d = 8 \text{ mm}$) durch den Mittelpunkt und folgender Zeichnung versehen werden:

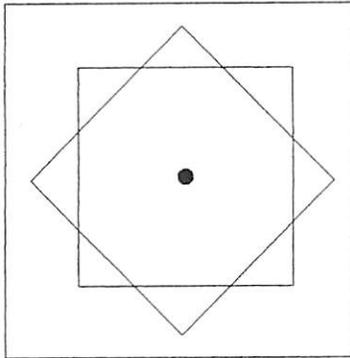


Abb. 4

Die fertigen acht quadratischen Holzplatten werden in zwei Reihen mit jeweils vier Platten angeordnet. Nun benötigt man noch folgende Materialien:

- Papierquadrate (Solche Quadrate gibt es in Form von Notizzetteln fertig zu kaufen)
- 1 Glas Wandfarbe
- 1 Pinsel

Aus den Holzplatten werden nun neun quadratische Holzplatten mit der Seitenlänge 9 cm folgendermaßen hergestellt: Mit Holzleim werden die Holzkreise, die

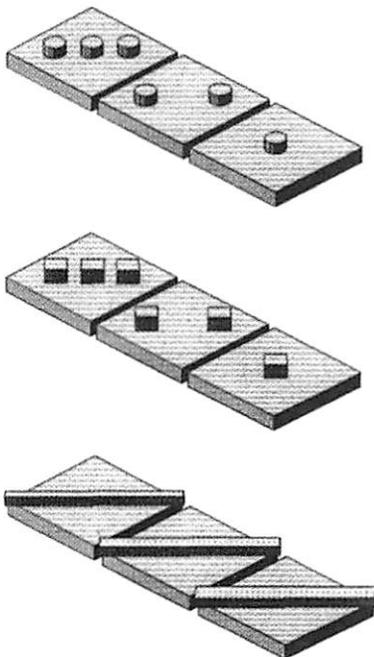


Abb. 5

Holzquadrate und die Holzstäbe auf einer gedachten Diagonalen auf die Platten geklebt. Auf die Stempelrückseite wird in der gleichen Richtung eine echte Diagonale gezeichnet. Sie muss beim Stempeln waagrecht sein, damit in der vereinbarten Weise gedruckt wird.

Befinden sich drei Kreise bzw. Quadrate auf einer Platte, beträgt der Abstand zwischen zwei jeweils 1 cm. Sind zwei Kreise bzw. Quadrate auf einer Platte, müssen sie 4 cm weit voneinander aufgeklebt werden. In die zehnte Holzplatte mit der Seitenlänge 9 cm wird mittig ein Loch mit dem Durchmesser 8 mm ca. 6 mm tief gebohrt. Dort hinein wird der Holzdübel geklebt, sodass eine Drehscheibe entsteht, die auf jede Holzunterlage gesteckt werden kann.

Zusätzlich sollten mit Hilfe der Kopiervorlagen S. 43 ff. pro Spiel zwei bis drei Sätze Symbolkarten und je ein Satz Maschinenanordnungskarten (leicht, mittelschwer, schwer) und ein Satz Endproduktkarten (leicht, mittelschwer, schwer) erstellt werden.

Die Kopiervorlagen zeigen sowohl bei den Maschinenanordnungskarten als auch bei den Endproduktkarten nur die Vorderseite der Karten. Die Rückseite muss jeweils vor dem Laminieren zusätzlich mit dem Grad der Schwierigkeit (leicht, mittelschwer oder schwer) beschriftet werden. Zum Schluss schneidet man die Karten zurecht.

Zum Zeichnen der Endprodukte auf die Papierquadrate (*Predict*) ist es hilfreich, anhand der Kopiervorlage 22 (S. 64) Schablonen aus Pappe für die Hand der Kinder anzufertigen.

Die Kopiervorlagen 13 bis 21 (S. 55–63) stellen die Arbeitsblätter dar, die für die Spielvariante *Challenge* benötigt werden. Die Kinder müssen sich vor Arbeitsbeginn das Arbeitsblatt mit den Symbolkärtchen (Kopiervorlage 12, S. 54) zerschneiden, damit sie die von ihnen ausgewählten Arbeitsblätter bekleben können.

Um Demonstrationsmaterial für die Reflexionsphasen zu erhalten, vergrößert man die Kopiervorlagen 6–11 S. 48–53 wie gewünscht. Nun kann man sich die Endprodukte, die auf den Arbeitsblättern abgebildet sind, ausschneiden. Auch die vergrößerten Symbolkärtchen (Kopiervorlage 12, S. 43 f.) zerschneidet man am besten schon vor der Unterrichtsstunde und sortiert sie in kleine Schachteln. So können die Kinder sie beim Bekleben der Demonstrationsplakate (Tapetenrollen oder Tonpapierbögen) schneller herausuchen.

Technische Hinweise

Die Holzunterlagen sollten vor Spielbeginn folgendermaßen angeordnet werden:

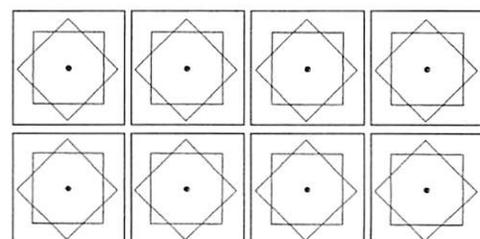


Abb. 6

Es ist sinnvoll, die Schüler darauf hinzuweisen, dass es praktisch ist, zu Spielbeginn neben die einzelnen Holzunterlagen die entsprechenden Symbolkarten zu legen. So kann der Spieler immer sofort – ohne nochmaliges Nachdenken – sehen, welchen Stempel er suchen muss. Denn die einzelnen Stempelplatten liegen pro Spiel in einmaliger Ausführung vor, da den Holzunterlagen jeweils alle neun Stempelfunktionen sowie die Drehfunktion zugeschrieben werden können. Aus den Stempelplatten muss für jeden Druckvorgang jeweils die passende herausgesucht und anschließend wieder zur Seite gelegt werden. Dies ist dadurch begründet, dass sich die Maschinenanordnung bei jedem Spieldurchgang ändert.

Nachdem die Drehscheibe so auf die erste Holzunterlage gesteckt wurde, dass ihre Seiten parallel zu dieser Unterlage liegen (Ausgangslage), muss das Papierquadrat vom Spieler deckungsgleich auf die Drehscheibe gelegt werden.

Mit Hilfe der Drehscheibe wird das Papierquadrat von Holzunterlage zu Holzunterlage transportiert.

Es muss vom Spieler immer entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht werden.

Es wird immer so gedruckt, dass sich die Kreise, Quadrate oder der jeweilige Stab auf einer Waagerechten befinden (die aufgezeichnete Diagonale auf der Stempelrückseite erinnert den Spieler jeweils an die vereinbarte Art des Druckens).

Die Stempel müssen vor jedem Druckvorgang mit Hilfe von Pinsel und Wandfarbe neu eingefärbt werden.

Das Papierquadrat sollte immer so auf die nächste Unterlage gelegt werden, wie es aus der vorigen Maschine herausgekommen ist, um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten. (Die Zeichnung auf der Holzunterlage erleichtert das genaue Hinlegen.)

Wozu das Ganze? (Lernziele)

Mit Factory wird das räumliche Vorstellungsvermögen mit dem Schwerpunkt „Drehsymmetrien“ in der Ebene auf unterschiedlichen Niveaus gefördert, die die Kinder selbst bestimmen können. Folgende Lernziele lassen sich einzelnen Aktivitäten zuordnen:

- Drehungen um 45° , 90° , 135° und 180° gegen den Uhrzeigersinn erkennen und durchführen können
- Die Eigenschaften der Drehsymmetrie erfahren. Dazu zählen die Gleichheit des Abstandes zum Drehpunkt, der Erhalt von Farbe, Form und Anordnung.
- Teilschritte des Arbeitsvorganges kennen und durchführen können (*Experiment*)
- Teilschritte des Arbeitsvorganges erkennen, durchführen und deren Ergebnis voraussagen können (*Predict*)
- Endprodukt mit der vorgegeben Zielkarte vergleichen und gegebenenfalls überarbeiten können

- Teilschritte des Arbeitsvorganges in der Zielfigur erkennen und eine mögliche Reihenfolge der Arbeitsschritte festlegen können (*Challenge*)
- Je nach Aufgabenstellung Minimierung des Arbeitsprozesses oder Aufzeigen aller möglichen sinnvollen Arbeitsschritte, die zum Ergebnis führen.

Unterrichtseinheit und Erfahrungsbericht

Die Unterrichtseinheit wurde in einer vierten Klasse durchgeführt. Am Anfang stand das Bekanntmachen der Kinder mit dem Spielmaterial. Sie sollten möglichst selbstständig herausfinden, was mit den Maschinen und den Papierquadraten gemacht werden sollte und wie die einzelnen Maschinen funktionierten. Hierbei zeigten die Kinder sehr viel Fantasie und Kreativität, sodass sie im Grunde nur noch auf die oben beschriebene Art des Stempelns und die Anordnungsweise der Holzunterlagen hingewiesen werden mussten. Nach dem Besprechen der wichtigsten Punkte stand das konkrete Handeln mit den Maschinen im Vordergrund. Die daraus resultierenden Handlungserfahrungen bildeten die Grundlage für das Sich-Hineinversetzen in verschiedene Produktionsabläufe sowie für die nächsten Arbeitsschritte (*Experiment*).

Darauf aufbauend wurde in einem nächsten Schritt versucht, das Produktionsergebnis vorgegebener Maschinenanordnungen vorauszusagen. Hierbei durften die Schüler zunächst mit Hilfe des Spielmaterials experimentieren. Anschließend stand der Versuch im Vordergrund, in der Vorstellung eine Lösung zu ermitteln. Diese konnte hinterher anhand des handlungsorientierten Umganges mit den Maschinen überprüft werden (*Predict*). Lediglich die Niveaustufe und der Lösungsweg waren frei wählbar.

Wenn die Kinder Probleme hatten, halfen sie sich gegenseitig. Stefanie empfahl z.B. Kora bei der 135° -Drehung: „Es ist leichter, wenn man das Blatt dreht!“ Diese Hilfestellung nahm Kora sofort an, und die anschließende Kontrolle mit Hilfe des Spielmaterials zeigte, dass sie das Endprodukt richtig vorausgesagt hatte.

In der anschließenden Arbeitsphase konnten drei verschiedene Lösungswege beobachtet werden, die im Folgenden an drei Schülern näher erläutert werden: Martin zog sich z. B. diese Maschinenanordnungskarte der Schwierigkeitsstufe „schwer“ (Abbildung 7):

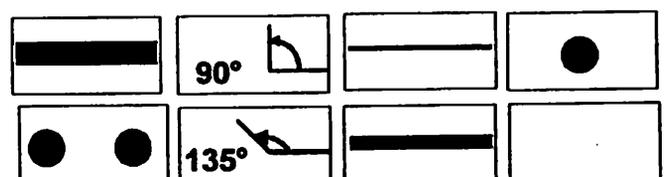


Abb. 7

Dann legte er ein leeres Papierquadrat in Ausgangslage vor sich auf den Tisch. Anschließend ging er folgendermaßen vor:

leeres Papierquadrat

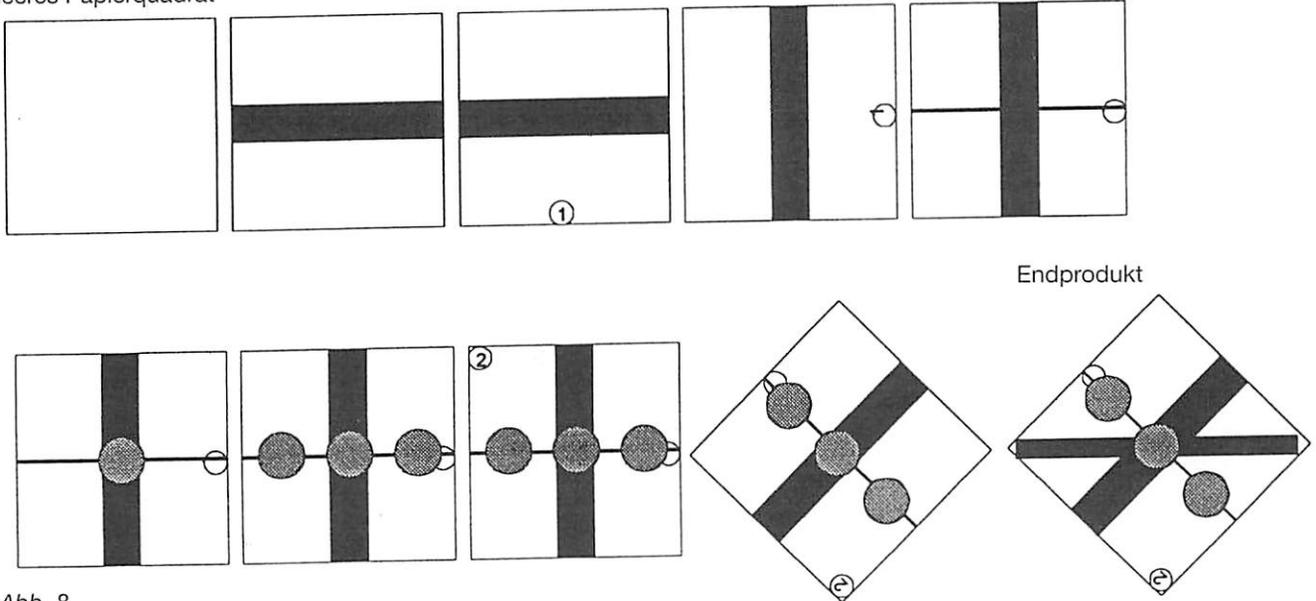


Abb. 8

Mit dem Lineal zeichnete er einen dicken waagrechten Strich. Dann markierte er sich am unteren Papierrand einen kleinen Kreis mit einer Eins. Er erklärte, bis dorthin würde um 90° gedreht. Anschließend führte er die Drehung konkret aus. Danach zeichnete Martin direkt nacheinander einen dünnen waagrechten Strich, einen Kreis und zwei Kreise. Nun markierte er sich einen kleinen Kreis mit einer Zwei in der oberen linken Ecke. Er erläuterte dies so: „Hier ist die zweite Drehung.“ Er führte diese 135°-Drehung aus. Daraufhin zog er einen mitteldicken Strich von der linken Ecke zur rechten Ecke und kam so zum richtigen Ergebnis.

Kora zog eine Maschinenanordnungskarte der Niveaustufe „schwer“ (Abbildung 9)

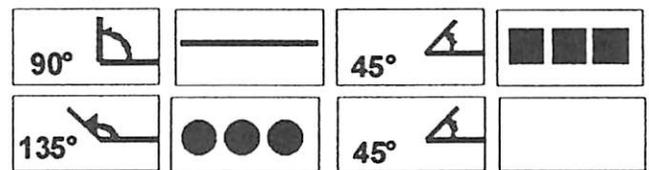


Abb. 9

Beim Zeichnen und Drehen in der Vorstellung ließ sie das Papierquadrat in Ausgangslage vor sich auf dem Tisch liegen. (Abbildung 10)

leeres Papierquadrat

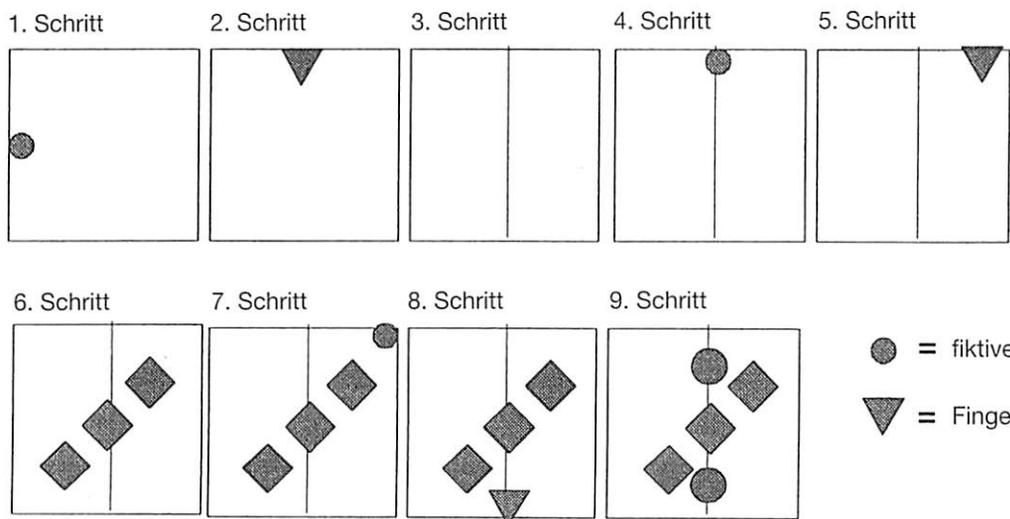


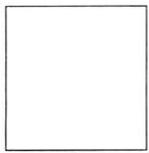
Abb. 10

Sie erklärte: „Ich drehe im Kopf und mit dem Finger.“ Das bedeutete: Sie betrachtete einen fiktiven Punkt auf dem Papierquadrat. Von dort aus drehte sie in der Vorstellung um die vorgegebene Gradzahl – allerdings

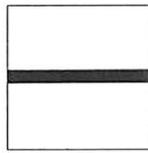
mit dem Uhrzeigersinn, da das Blatt ja entgegengesetzt gedreht werden müsste. Auf die Stelle, an der der fiktive Punkt nach der Drehung lag, setzte sie ihren Finger. Befand sich der Finger z. B. oben in der

Seitenmitte, zeichnete sie anschließend auf einer gedachten Waagerechten, welche die obere Seitenmitte mit der unteren Seitenmitte verband. Für Kora war das Endprodukt immer in dem Moment fertig, als die einzelnen Teilmuster die richtige Lage zueinander hatten. Deshalb hat das Endprodukt in Abbildung 10 nach dem zuletzt ausgeführten Druckvorgang noch nicht die richtige Lage, weil eigentlich noch um 45° hätte gedreht werden müssen. Mit ihrem Lösungsweg kam Kora nur auf die richtige Lage der einzelnen Teilmuster zueinander; die Lage des Endproduktes war zufällig nur dann korrekt, wenn alle vorgegebenen Drehungen zusammen 180° oder Vielfache von 180° ergaben.

leeres
Papierquadrat



1. Schritt



2. Schritt

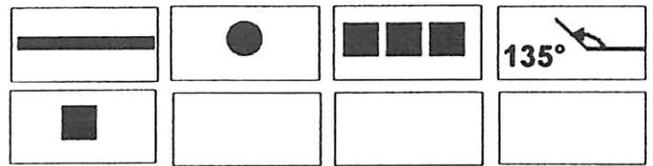
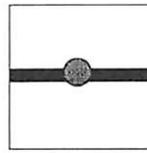
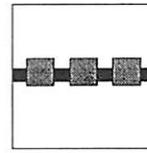


Abb. 11

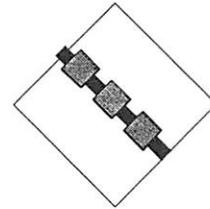
David ging anders vor. Er zog zunächst eine Maschinenanordnungskarte der Schwierigkeitsstufe „mittelschwer“ (Abbildung 11):

Danach legte er ein leeres Papierquadrat in Ausgangslage vor sich auf den Tisch.

3. Schritt



4. Schritt



Endprodukt

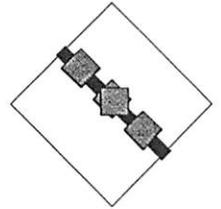


Abb. 12

Dann zeichnete er waagrecht eine mitteldicke Linie, einen Kreis und drei Quadrate. Seine Begründung für diese Vorgehensweise lautete: „Weil die Quadrate und so beim Stempeln mit der Maschine alle in der Mitte sind.“ Im Anschluss an die schon ausgeführten Produktionsvorgänge drehte er das bedruckte Papierquadrat um 135° . Zum Schluss druckte David das einzelne Quadrat, sodass er mit seinem Lösungsweg das richtige Endprodukt erhielt. Dadurch, dass der Junge die Drehungen immer konkret ausführte, besaßen seine ermittelten Endprodukte zum Schluss immer die richtige Lage.

Die meisten Schüler führten sowohl die Druck- als auch die Drehvorgänge konkret aus. Folglich waren sie noch nicht in der Lage oder trauten es sich noch nicht zu, die Produktionsvorgänge in der Vorstellung auszuführen. Martin und Kora zeigten, dass sie zumindest einzelne Drehungen in der Vorstellung ausführen konnten, wozu sie ein gewisses Maß an räumlichem Vorstellungsvermögen benötigten.

Im Rahmen der nächsten Unterrichtseinheit wurden den Kindern Endprodukte unterschiedlicher Schwierigkeitsgrade vorgegeben, aus denen sie sich selbst einen herausuchen durften. Es kam jetzt darauf an,

eine mögliche Maschinenanordnung zu finden, die das vorgegebene Endprodukt zur Folge hat (Challenge). Auch hierbei hatten die Schüler zunächst die Möglichkeit, probierend mit Hilfe des Spielmaterials vorzugehen. Die Kontrolle erfolgte wieder auf der enaktiven Ebene. Bei dieser Spielvariante ist die Lage des Endproduktes vorher festzulegen.

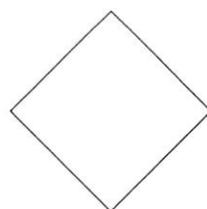
Während der Arbeit in den Gruppen konnten unterschiedliche Lösungswege beobachtet werden: Sebastian wählte eine Endproduktkarte der Niveaustufe „mittelschwer“. Er legte zunächst alle Symbolkarten vor die entsprechenden Holzunterlagen. Da der Junge die einzelnen Maschinen korrekt hintereinandergeschaltet hatte, konnte weder von ihm noch von einem Gruppenmitglied ein Fehler festgestellt werden.

Simone und David führten die einzelnen Arbeitsschritte zunächst immer in der Vorstellung durch und gingen dabei arbeitsteilig vor. Zunächst nahmen sie sich eine Endproduktkarte der Schwierigkeitsstufe „mittelschwer“. Die nächste Abbildung 13 zeigt den von den beiden Kindern vorgenommenen Produktionsvorgang, welcher anschließend genauer beschrieben wird.

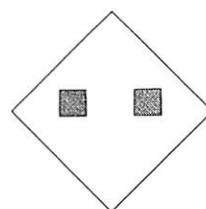
Endproduktkarte



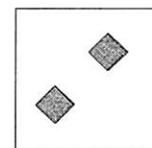
leeres
Papierquadrat



1. Schritt

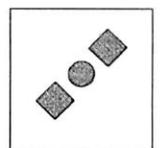


2. Schritt



3. Schritt

gedrucktes
Endprodukt



4. Schritt

Abb. 13

Simone legte eine Drehsymbolkarte der Gradzahl 45° neben die erste Holzunterlage. Auf die Frage, warum denn erst gedreht werden müsse, antwortete David: „Weil immer so gedruckt werden muss.“ Währenddessen hielt er einen Stempel mit zwei Quadraten so über das Papierquadrat, dass die beiden einzelnen Stempelteile eine Waagerechte bildeten. David drehte nun entsprechend um 45° und das Mädchen ordnete der nächsten Unterlage eine Symbolkarte mit zwei Quadraten zu.

Nun durfte der Junge diese zwei Quadrate drucken, während Simone die nächste Drehsymbolkarte der Gradzahl 45° herausuchte und neben die dritte Holzunterlage legte. Zuletzt ordnete das Mädchen der vierten Unterlage eine Drucksymbolkarte mit einem Kreis zu und druckte entsprechend. Nachdem sie auch diesen Vorgang ausgeführt hatte, konnten die beiden feststellen, dass sie die Maschinen richtig angeordnet hatten.

Vorwiegend wurden die Produktionsschritte zuerst in der Vorstellung und erst im Anschluss daran konkret mit Hilfe des Spielmaterials ausgeführt. Dabei wurde folgendes Problem sichtbar: Viele Schüler vergaßen die letzte Drehung, falls eine nötig war, denn für sie war das Endprodukt in dem Moment fertig, wenn alle Einzelteile des Musters in entsprechenden Abständen voneinander sichtbar waren. Dass die vorgegebene Lage des Endproduktes dann nicht immer automatisch erreicht war, störte sie nicht. Die Abbildung 14 zeigt ein solches Beispiel:

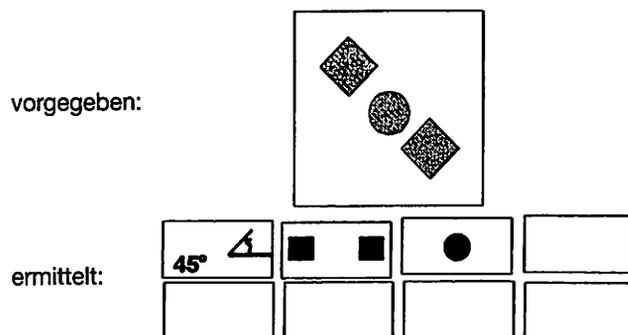
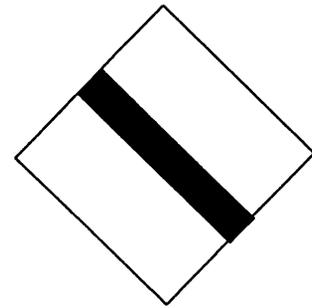


Abb. 14

Zum Schluss hätte noch um 135° gedreht werden müssen.

Kora bemerkte eine weitere Schwierigkeit, welche von vielen Schülern nicht erkannt wurde: „Ich fand das auch öfter gemein, wenn die mit der Spitze nach unten gelegen haben. Dann musstest du erst noch genau überlegen, weil, die liegen ja noch nicht am Anfang so.“ Einige Schüler beachteten nämlich nicht, dass das vorgegebene, „hochkant“ abgebildete Endprodukt sich nicht in der Ausgangslage befand. Abbildung 15 zeigt ein solches Beispiel:

vorgegeben:



ermittelt:

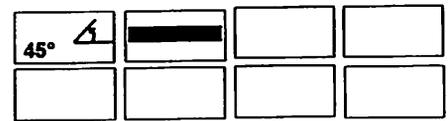


Abb. 15

Einige Kinder glaubten, es müsse erst um 45° gedreht werden, um den dicken Strich drucken zu können. Stefanie merkte jedoch sofort, dass man nicht erst um 45° drehen darf. Sie begründete dies folgendermaßen: „Das Blatt liegt ja erst auf 0° sozusagen. Wenn man erst schon drehen würde, dann würde der Strich quer sein.“ Dies demonstrierte sie gleichzeitig anhand eines leeren Papierquadrates, auf welchem sie mit dem Finger einen Strich andeutete, der von einer Quadratecke zur gegenüberliegenden führte. Nils bemerkte, dass aber um 90° gedreht werden dürfe, „weil das Blatt dann eigentlich so bleibt“.

Zur Differenzierung wurden diverse problemorientierte Aufgabenstellungen eingebracht. Zunächst sollten die Kinder alle möglichen sinnvollen Arbeitsschritte, die zu einem vorgegebenen Endprodukt führen, herausfinden. Nach dem Betrachten der gefundenen Maschinenanordnungen fanden die Schüler es sinnvoll, jetzt einmal nur die kürzesten Anordnungen zu suchen, weil wir ja schon so viele möglichst lange gefunden hatten. Außerdem erschien ihnen diese Aufgabe deshalb sinnvoll, weil Fabriken auch immer möglichst wenige Maschinen zur Produktion einer Sache verwenden, um Geld und Arbeit zu sparen.

Kommentare zu einer möglichst kurzen Maschinenanordnung lauteten z. B.:

- „Ich habe keine 180°-Drehung verwendet.“ (Matthias)
- „Ich habe keine Dreier in einen Zweier und einen Einer geteilt.“ (Jan)
- „Aus 90° darf man nicht zweimal 45° machen.“ (Sebastian)
- „Am Anfang nur drehen, wenn man muss.“ (Kathrin)

Koran achtete zunächst darauf, ob mehrere Teilmuster auf einer Linie lagen. Sie druckte diese dann nacheinander, ohne eine Drehung dazwischen zu schieben. Insgesamt konnte mit zunehmendem Anspruch der Arbeitsaufträge auch eine gesteigerte Leistungsbereitschaft festgestellt werden. Die Kinder arbeiteten im-

mer zügiger und mit immer weniger Fehlern. Nach und nach ersetzen sie die anfangs konkreten Arbeitsschritte durch in der Vorstellung durchgeführte Handlungen. Die Kontrolle mit Hilfe des Spielmaterials spielte eine immer geringere Rolle.

In der Abschlussreflexion äußerten die Kinder sich sehr positiv. Besonders das Stempeln, Drehen und Denken hatte ihnen gefallen. Eines der Mädchen hatte eine Idee für ein weiteres Arbeitsblatt: Auf ihm sollten

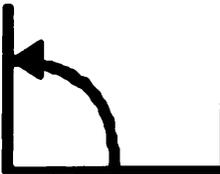
Endprodukt mit fehlerhaften Maschinenanordnungen vorgegeben sein.

Unterhalb jeder Maschinenanordnung müssten sich zusätzlich acht leere Kästchen befinden. Die Arbeitsanweisung wäre hier folgende: „Suche Fehler in den Maschinenanordnungen! Klebe die richtige Anordnung in die leeren Kästchen!“ Es dürften jedoch – zur Erschwernis – auch richtig vorgegebene Maschinenanordnungen dazwischen sein.

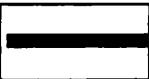
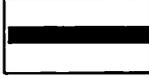
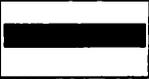
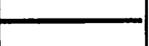
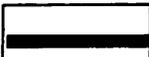
Factory, Kopiervorlage 1: Symbolkarten

180° 	180° 
180° 	180° 
180° 	180° 
180° 	180° 
180° 	180° 
180° 	180° 

Factory, Kopiervorlage 2: Symbolkarten

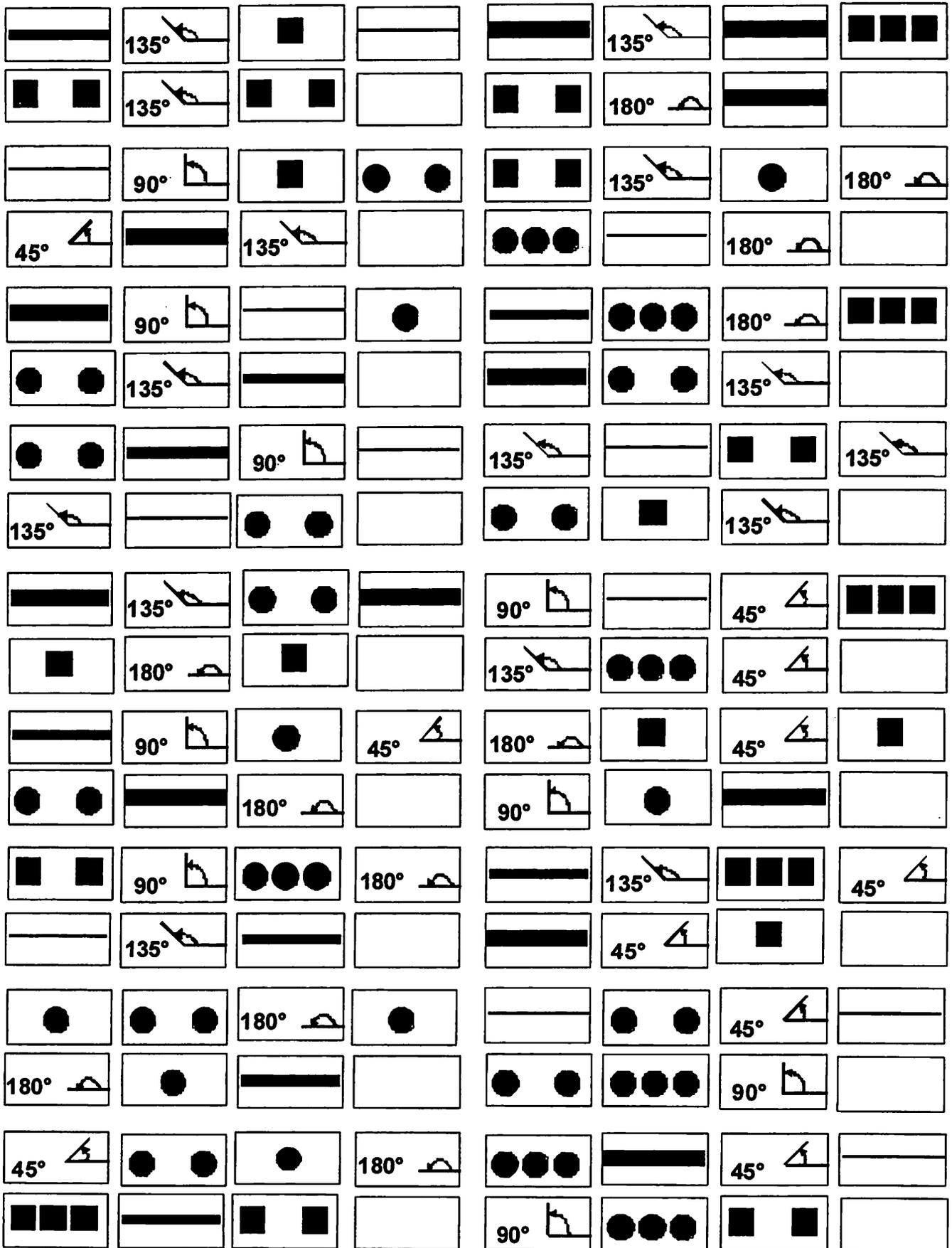
	45° 
	90° 
	135° 
	
	
	

Factory, Kopiervorlage 3: Maschinenanordnungskarten (Schwierigkeitsgrad: leicht)

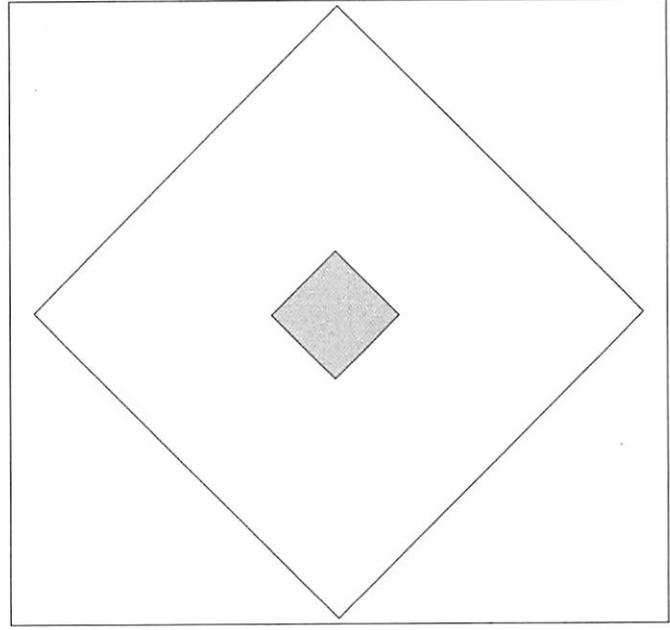
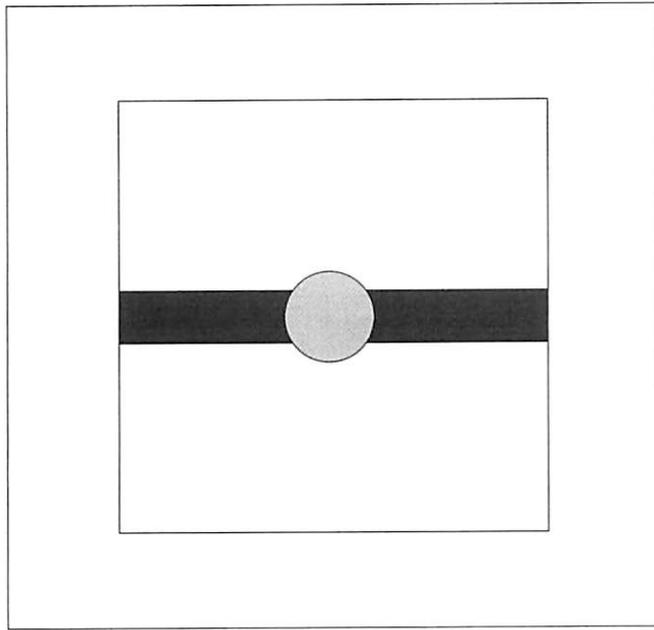
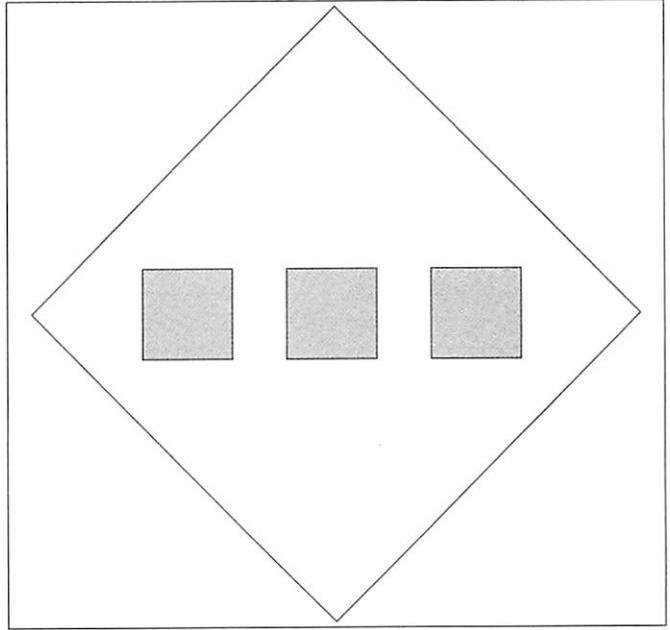
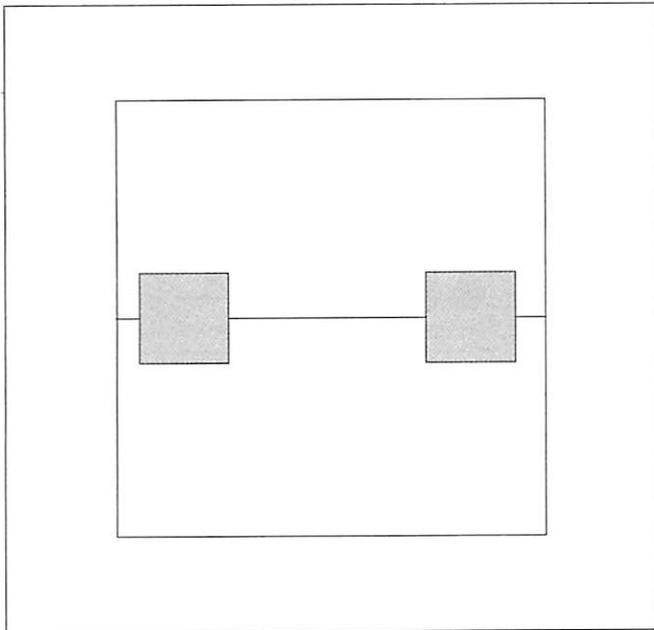
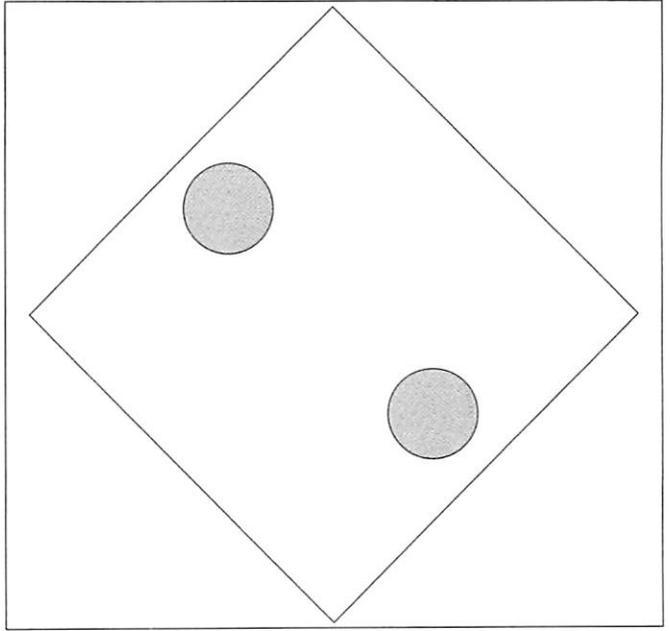
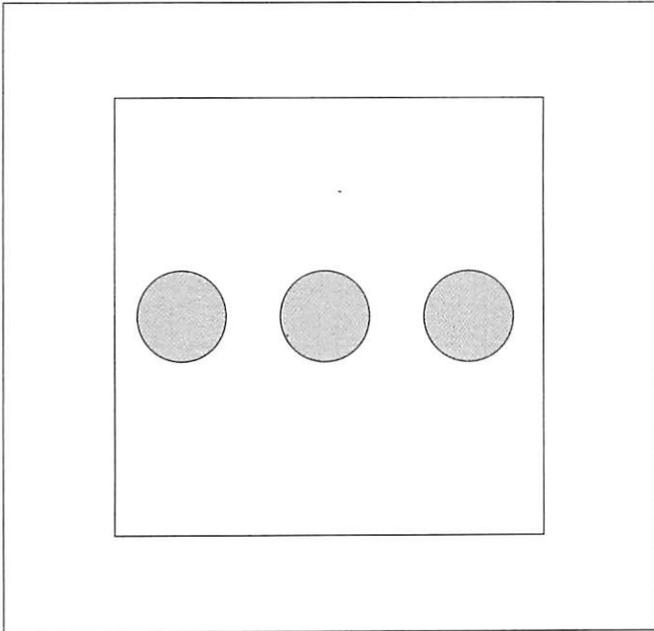
	180° 						
							
135° 				90° 			
90° 							
					180° 		
					90° 		
	45° 			90° 	45° 		
							
					135° 		

Factory, Kopiervorlage 4: Maschinenanordnungskarten
 (Schwierigkeitsgrad: mittelschwer)

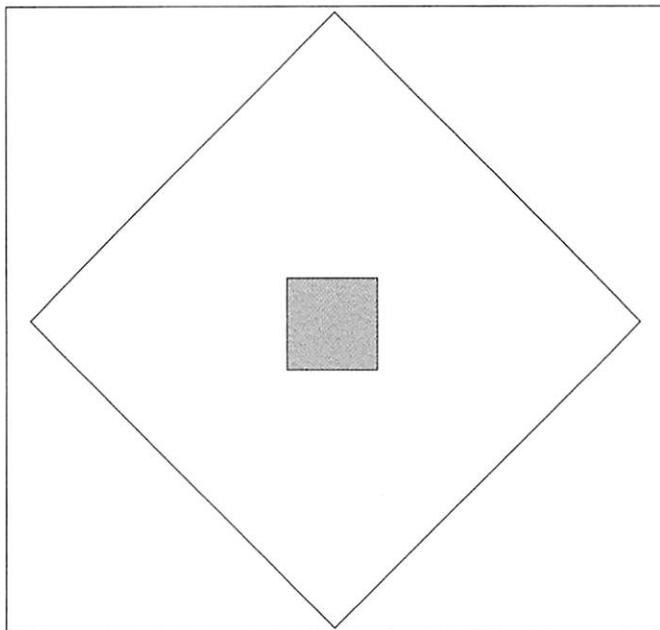
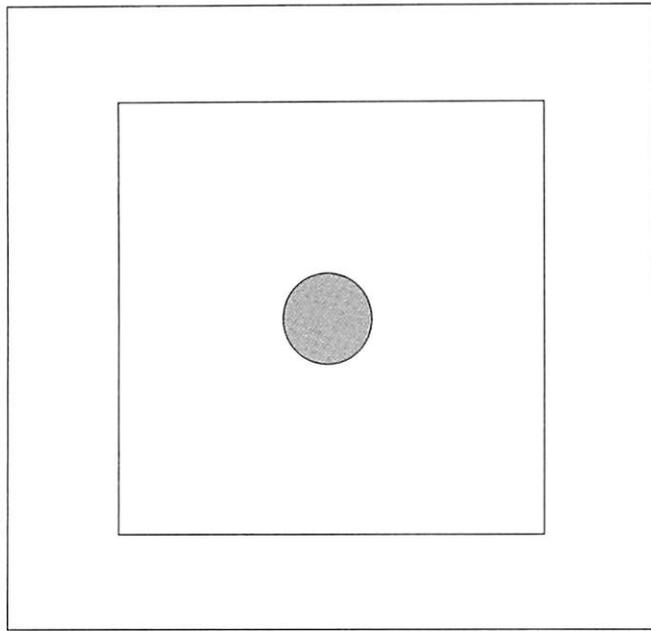
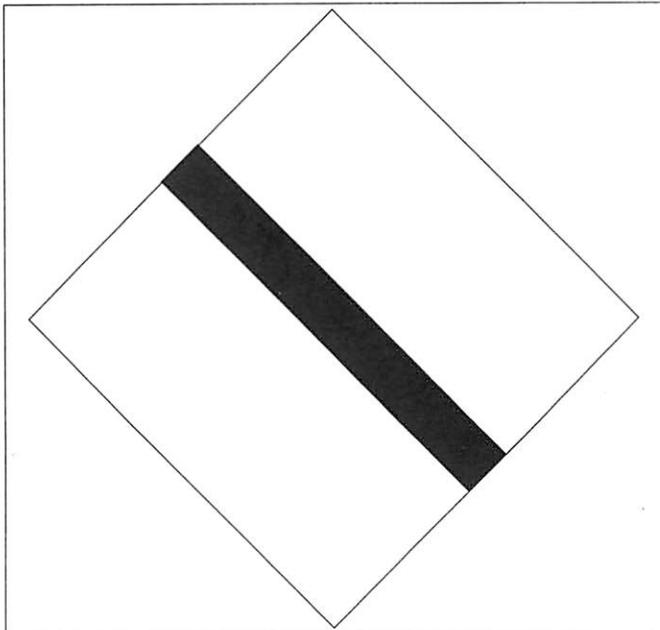
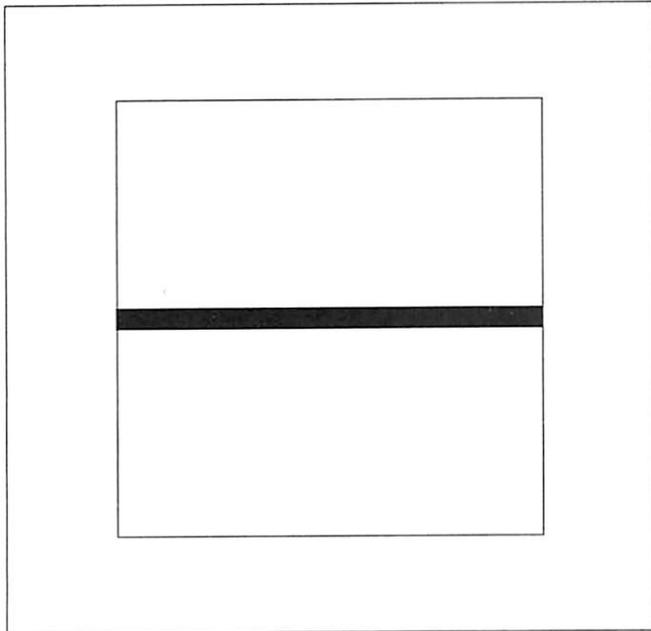
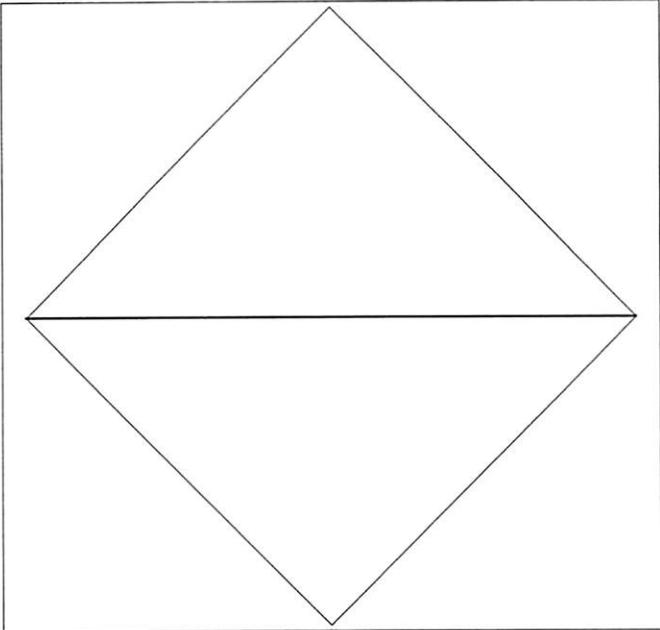
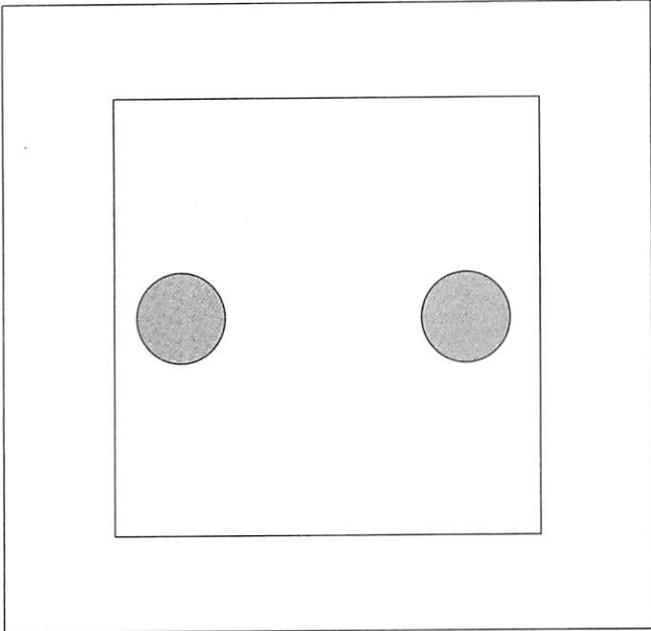
Factory, Kopiervorlage 5: Maschinenanordnungskarten (Schwierigkeitsgrad: schwer)



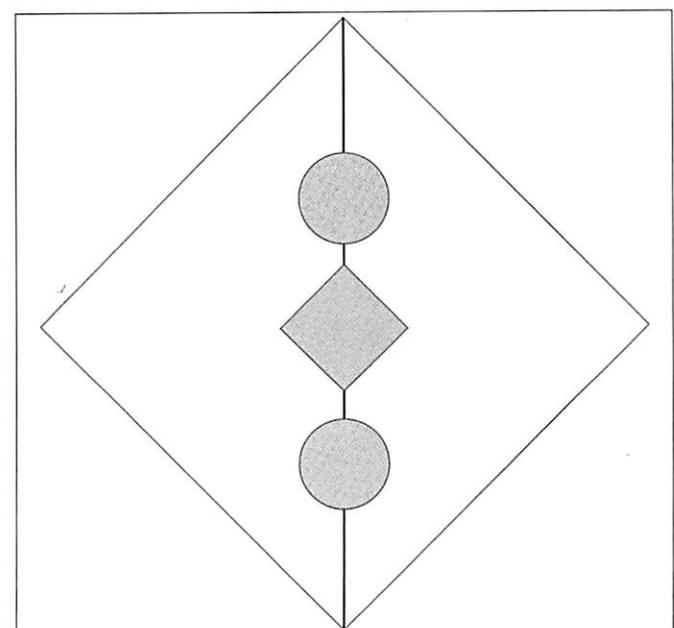
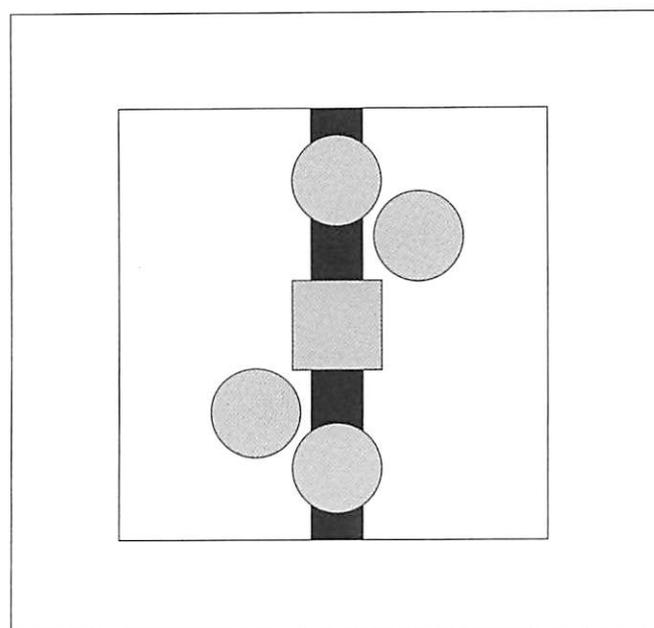
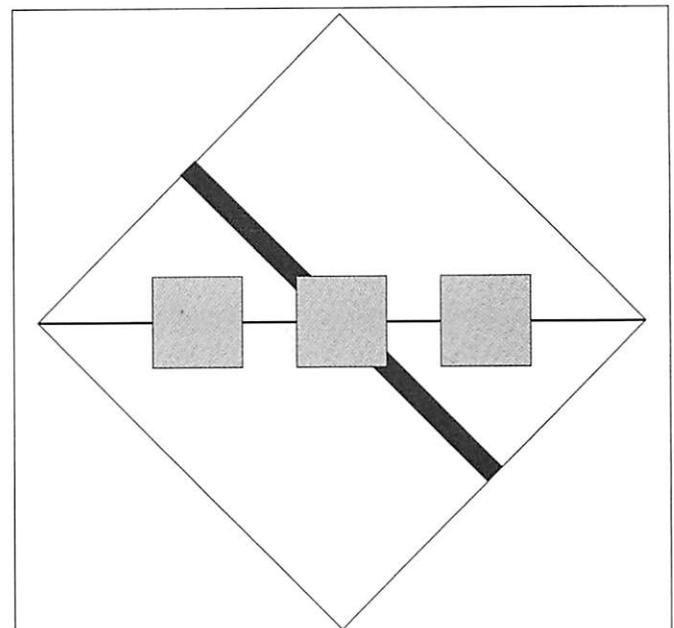
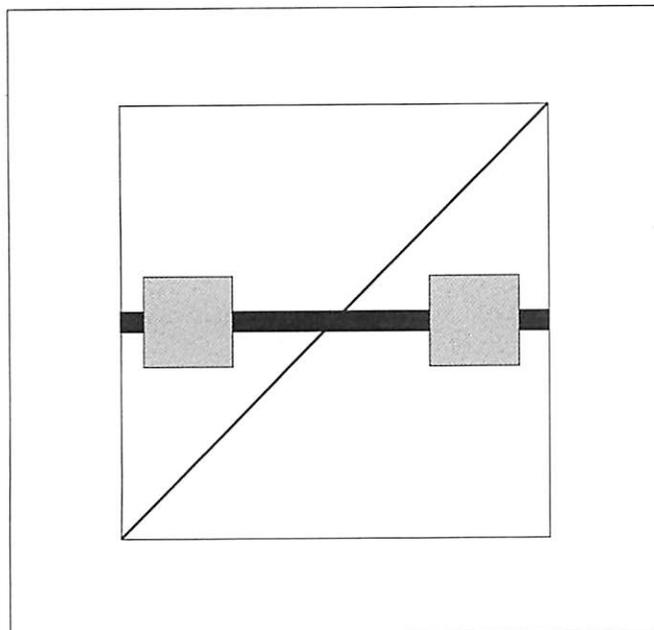
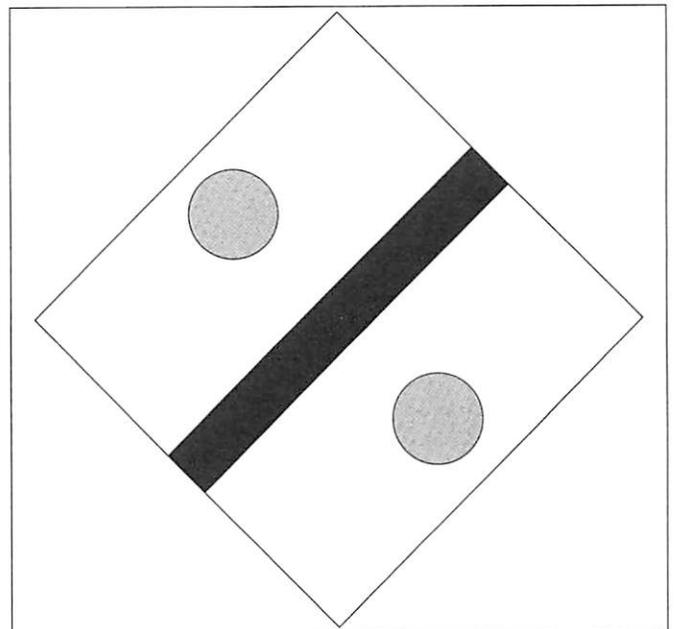
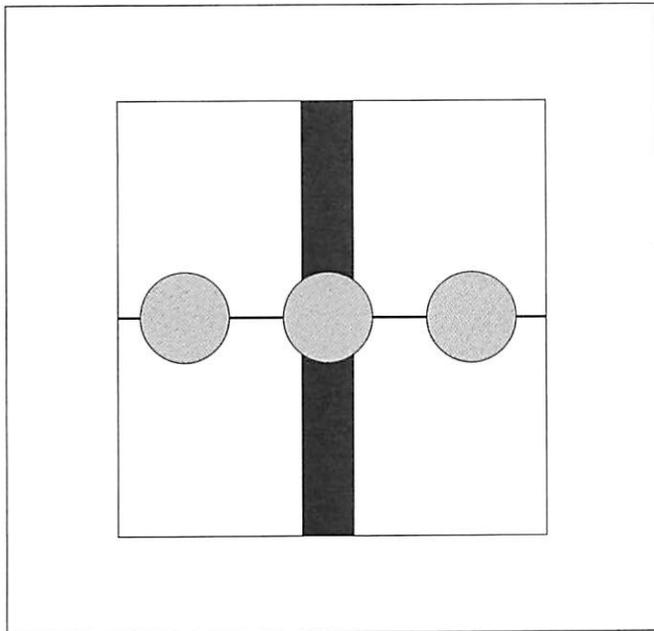
Factory, Kopiervorlage 6: Endproduktkarten (Schwierigkeitsgrad: leicht)



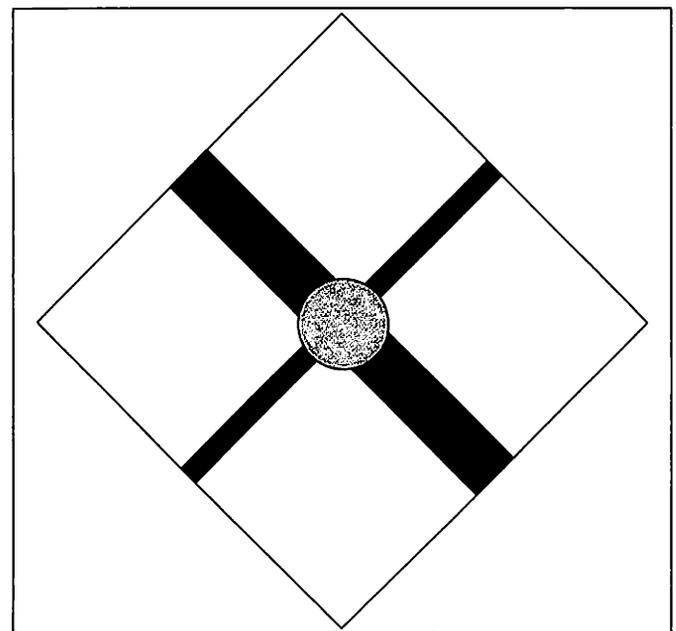
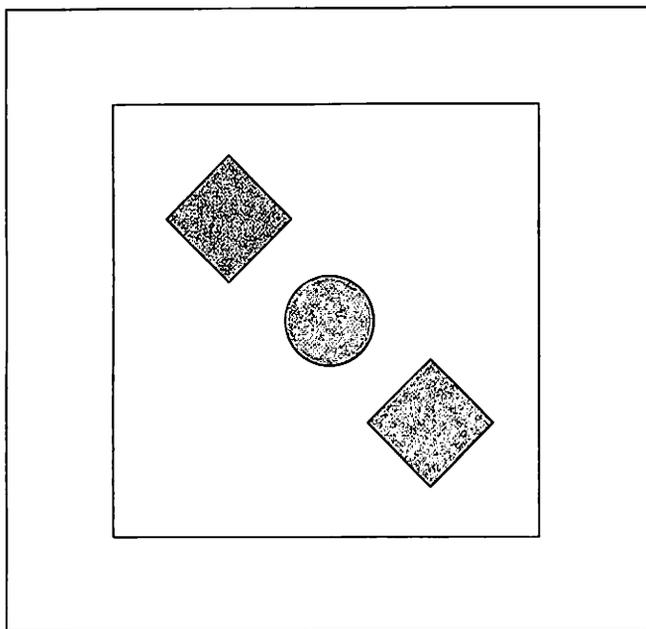
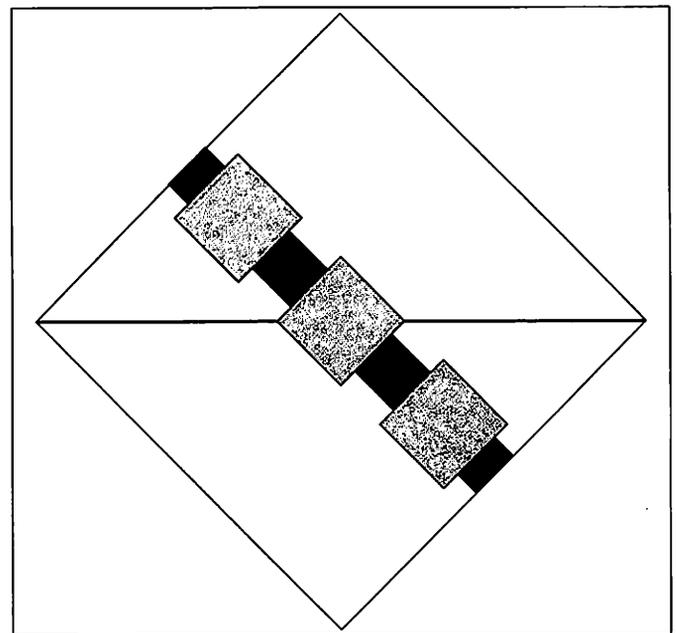
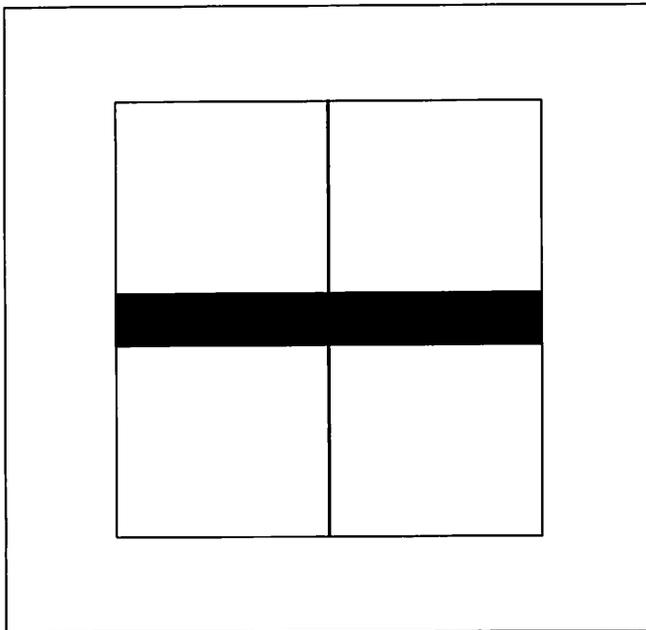
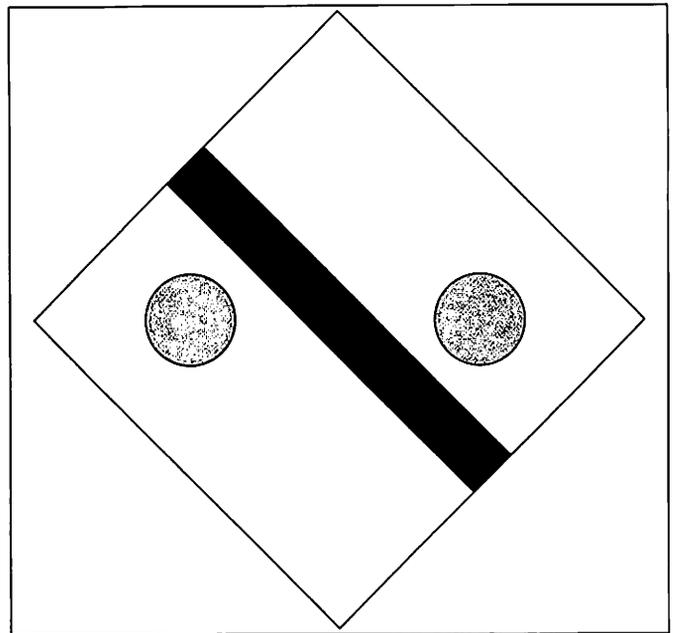
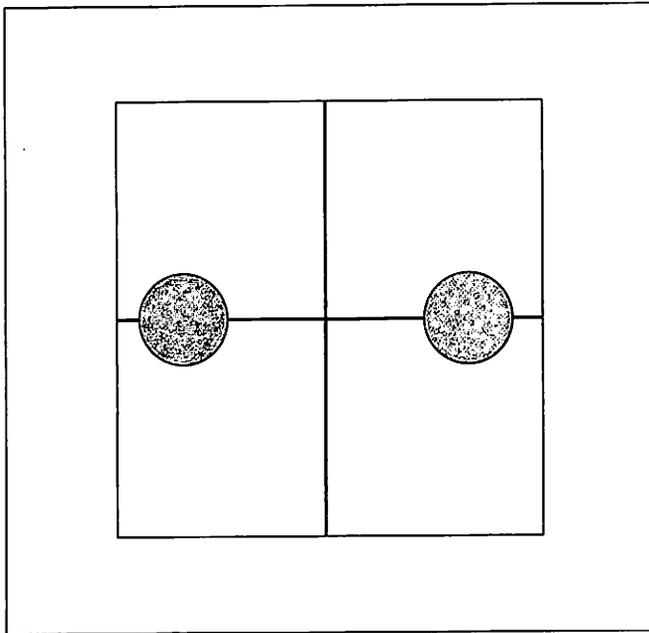
Factory, Kopiervorlage 7: Endproduktkarten (Schwierigkeitsgrad: leicht)



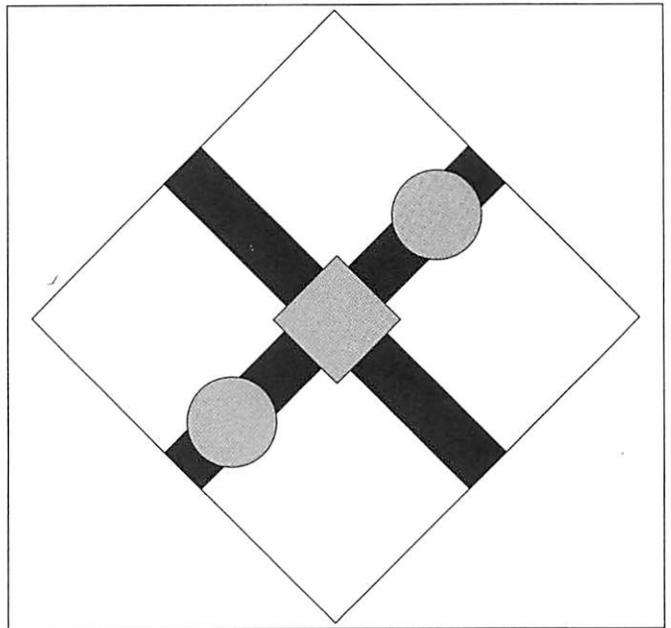
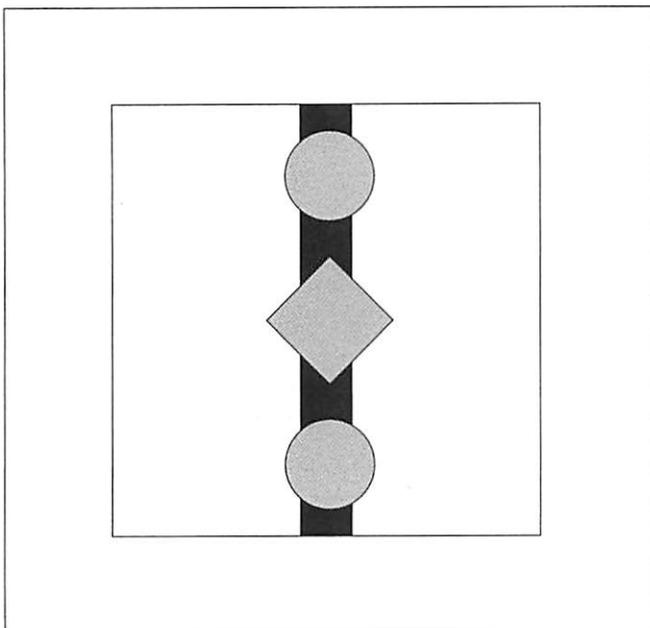
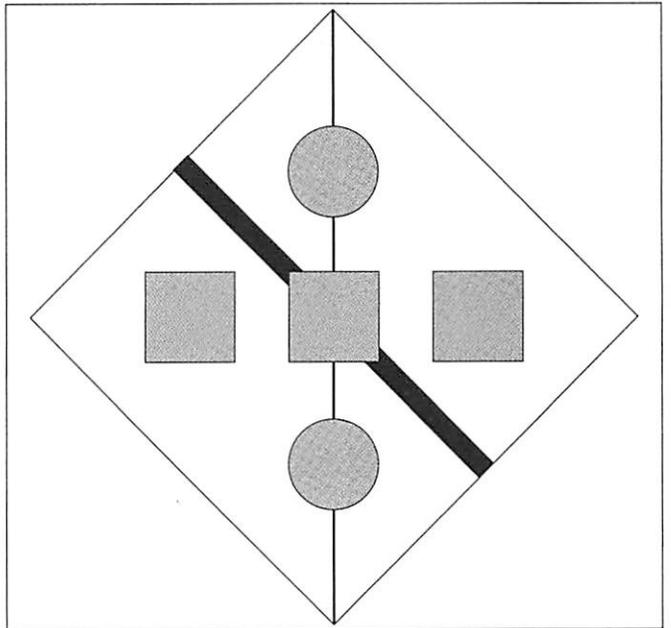
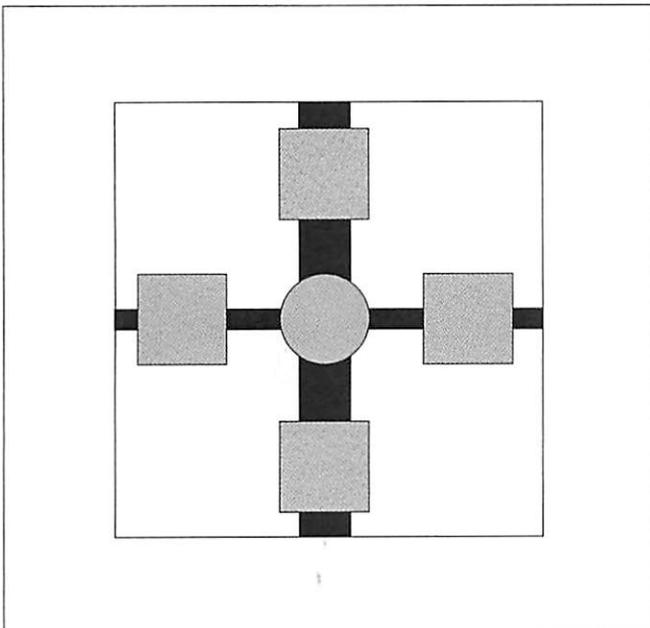
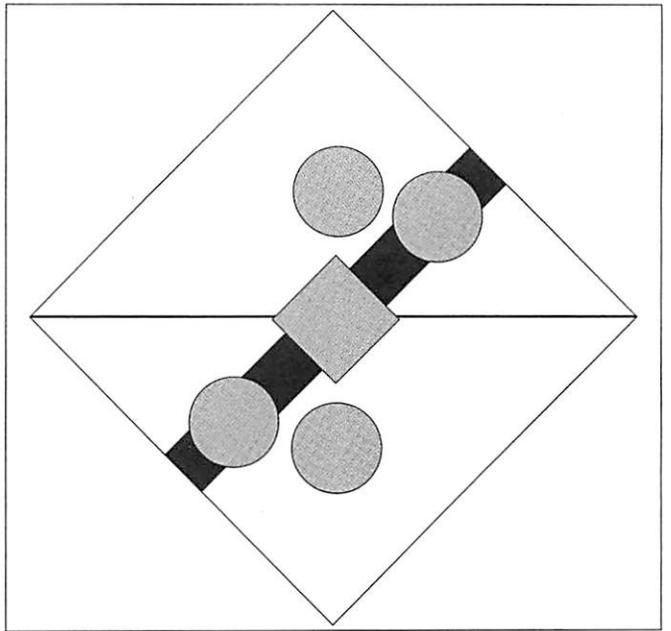
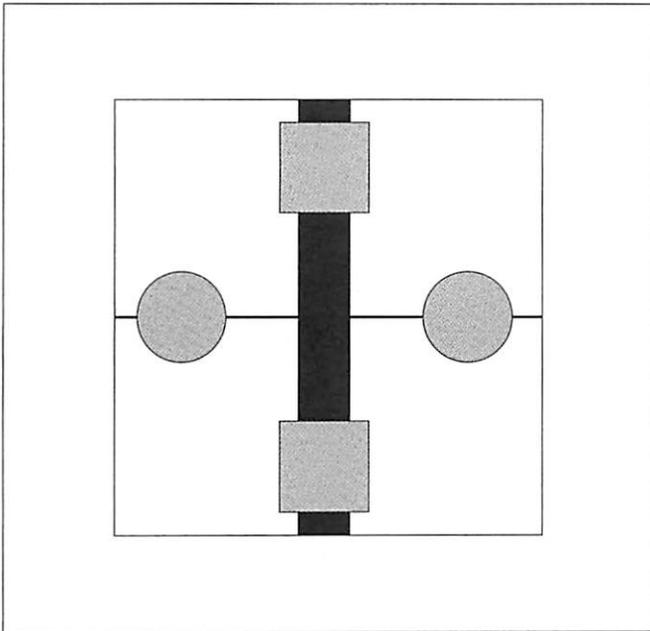
Factory, Kopiervorlage 8: Endproduktkarten (Schwierigkeitsgrad: mittelschwer)



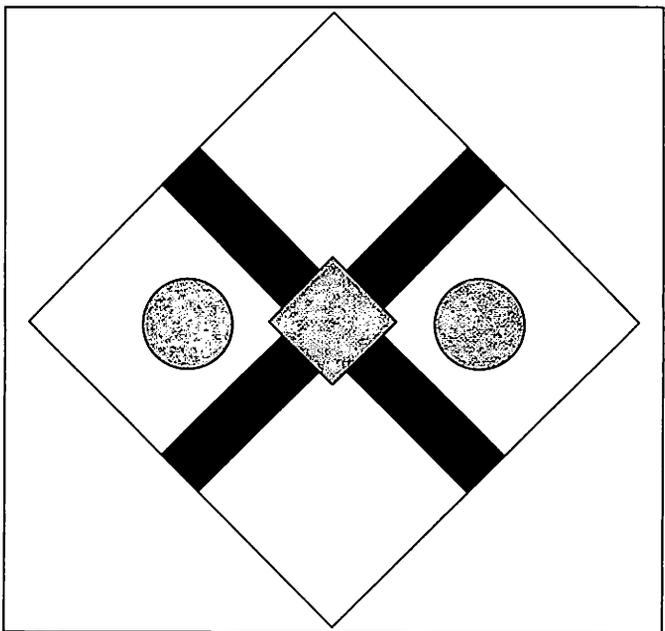
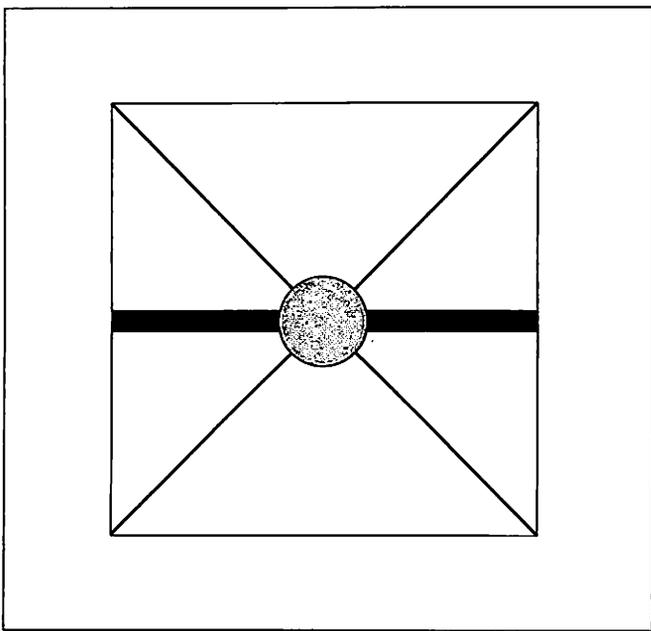
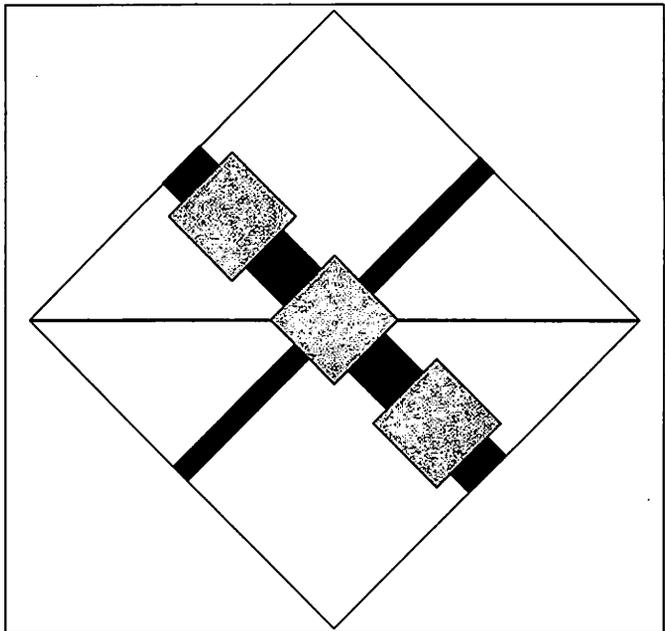
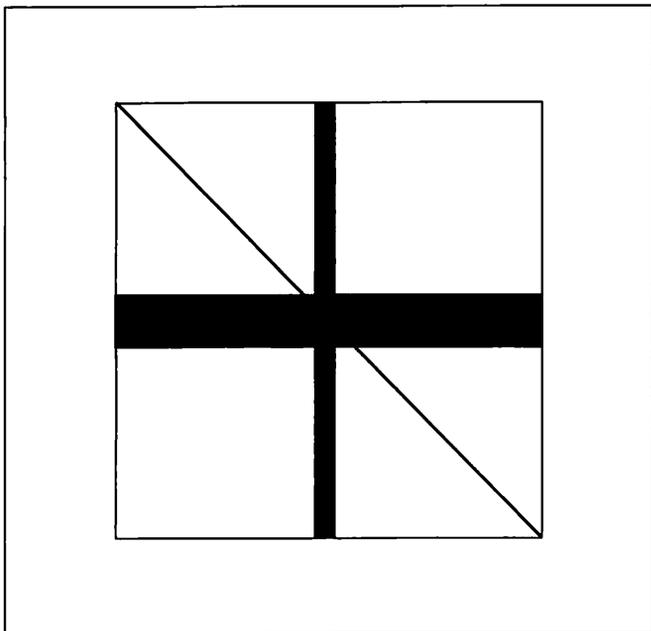
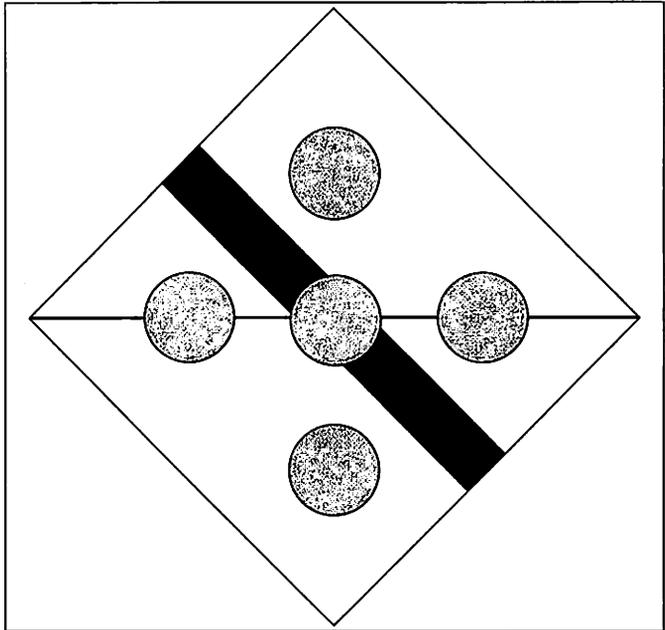
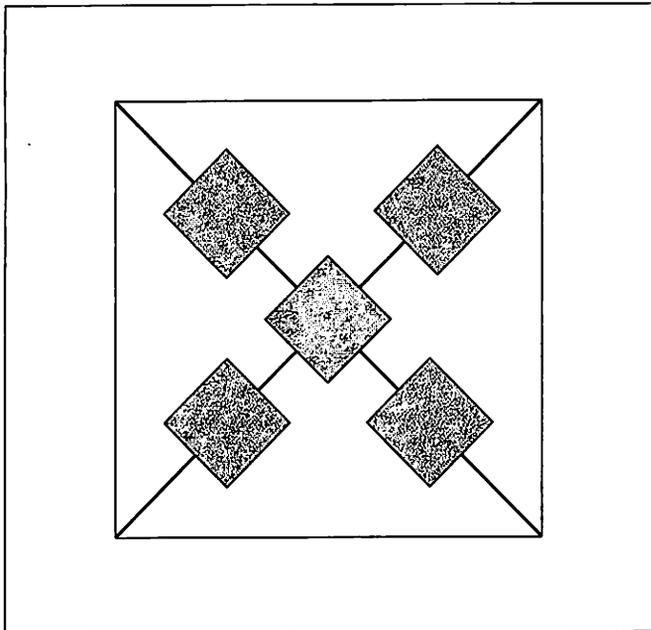
Factory, Kopiervorlage 9: Endproduktkarten (Schwierigkeitsgrad: mittelschwer)



Factory, Kopiervorlage 10: Endproduktkarten (Schwierigkeitsgrad: schwer)



Factory, Kopiervorlage 11: Endproduktkarten (Schwierigkeitsgrad: schwer)

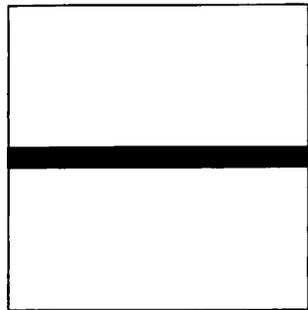


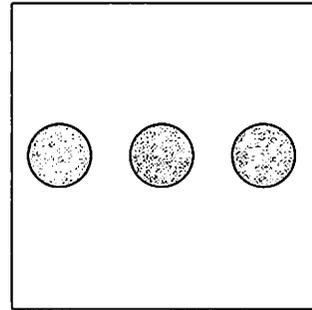
Factory, Kopiervorlage 12: Symbolkärtchen zum Bekleben der leeren Felder auf den Arbeitsblättern

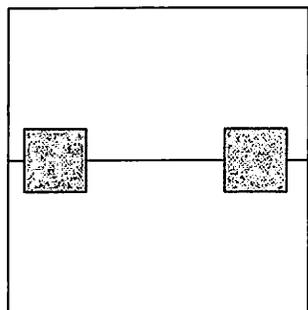
	135°		135°		135°		135°
	90°		90°		90°		90°
	45°		45°		45°		45°
	180°		180°		180°		180°
	45°		90°		135°		180°
	135°		135°		135°		135°
	90°		90°		90°		90°
	45°		45°		45°		45°
	180°		180°		180°		180°
	135°		135°		135°		135°
	90°		90°		90°		90°
	45°		45°		45°		45°
	180°		180°		180°		180°

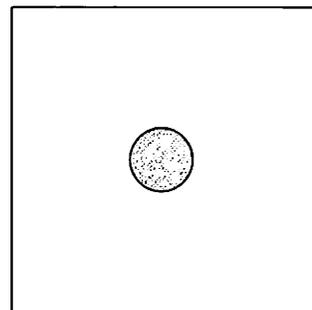
Factory, Kopiervorlage 13: Arbeitsblatt „Finde jeweils eine mögliche Maschinenanordnung!“ (Schwierigkeitsgrad: leicht)

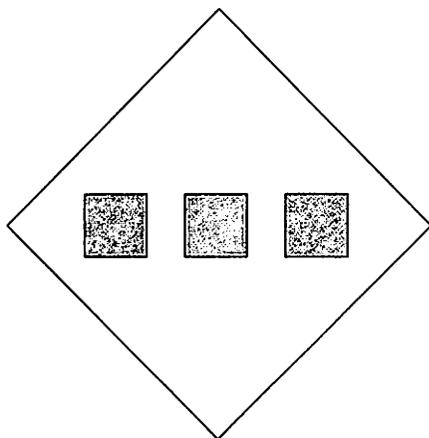
Finde jeweils eine mögliche Maschinenanordnung!

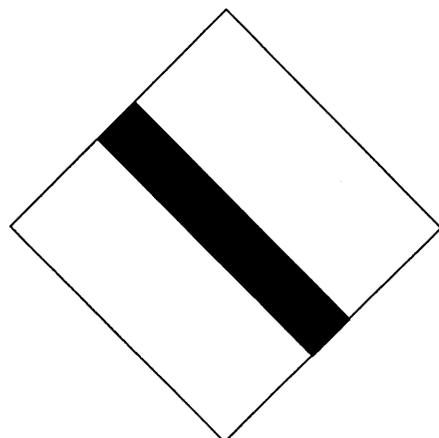






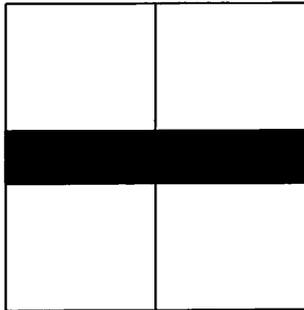


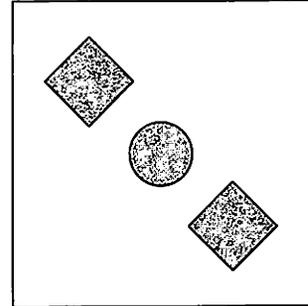


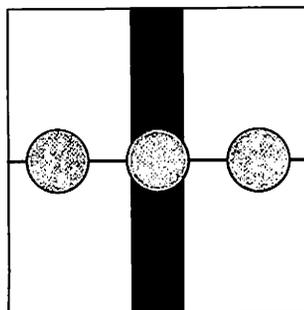


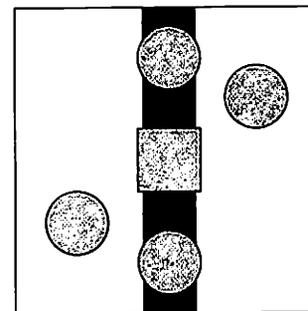
Factory, Kopiervorlage 14: Arbeitsblatt „Finde jeweils eine mögliche Maschinenanordnung“ (Schwierigkeitsgrad: mittelschwer)

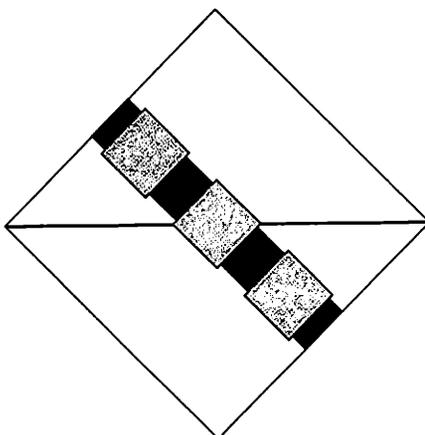
Finde jeweils eine mögliche Maschinenanordnung!

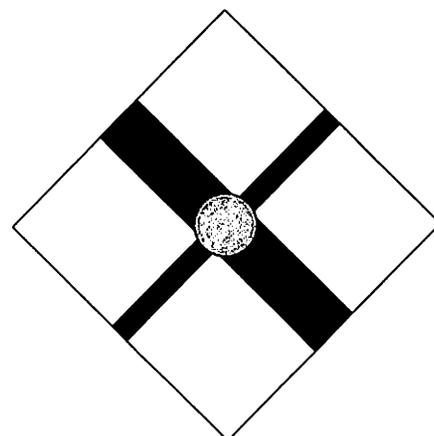






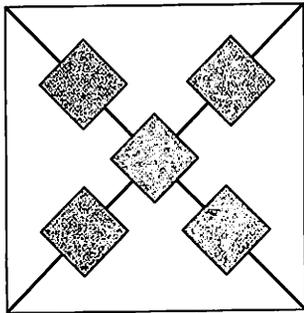


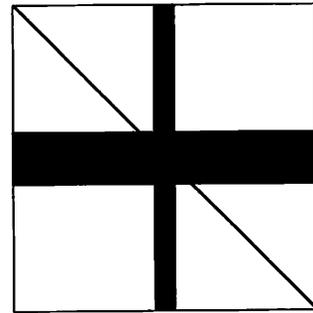


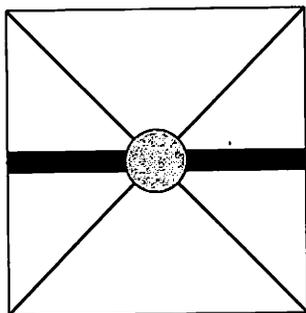


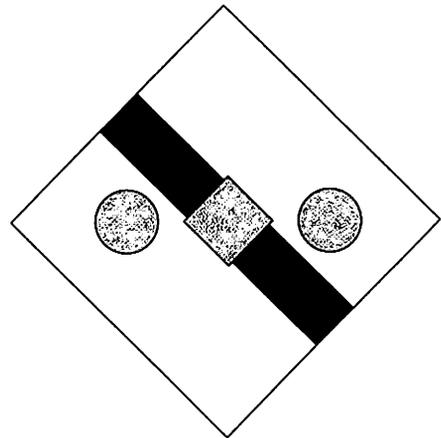
Factory, Kopiervorlage 15: Arbeitsblatt „Finde jeweils eine mögliche Maschinenanordnung!“ (Schwierigkeitsgrad: schwer)

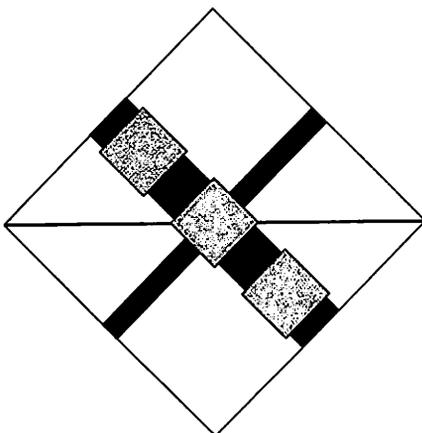
Finde jeweils eine mögliche Maschinenanordnung!

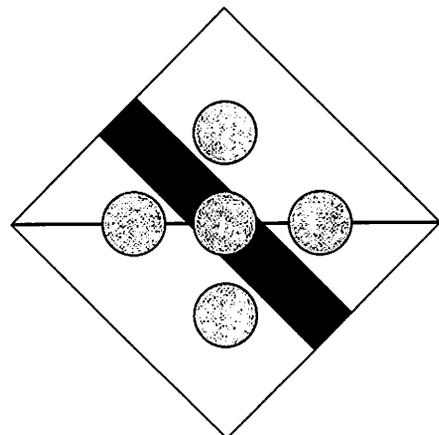




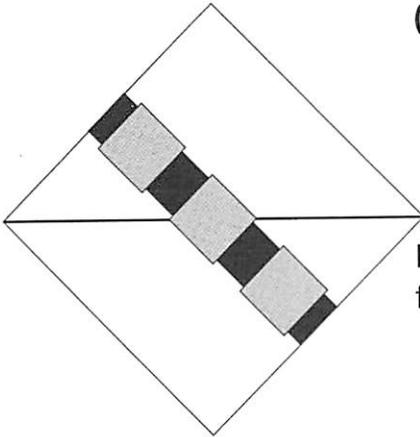






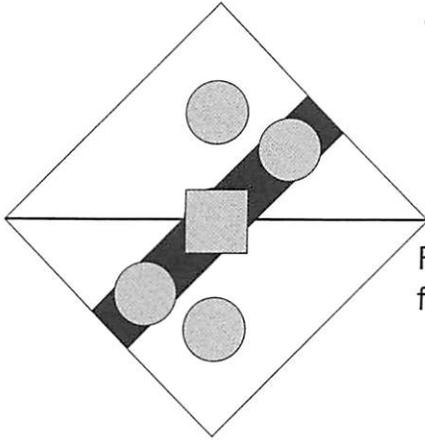


**Factory, Kopiervorlage 17: Arbeitsblatt „Finde möglichst viele verschiedene Maschinenanordnungen für dieses Endprodukt!“
(Schwierigkeitsgrad: mittelschwer)**



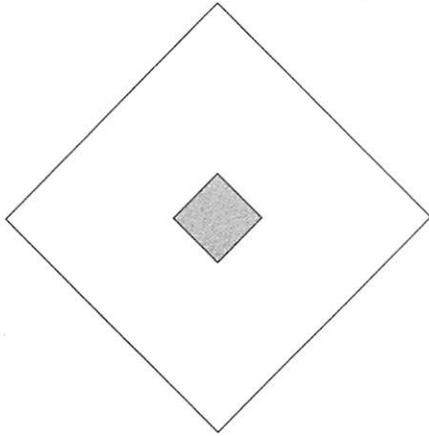
Finde möglichst viele verschiedene Maschinenanordnungen für dieses Endprodukt!

**Factory, Kopiervorlage 18: Arbeitsblatt „Finde möglichst viele verschiedene Maschinenanordnungen für dieses Endprodukt!“
(Schwierigkeitsgrad: schwer)**

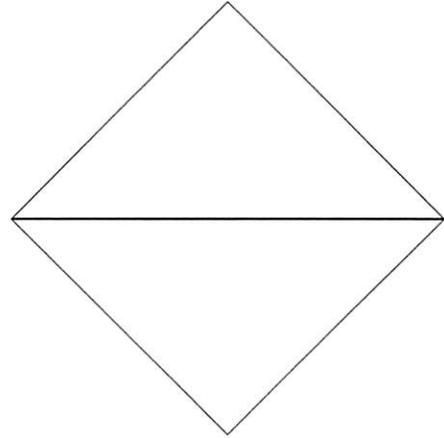
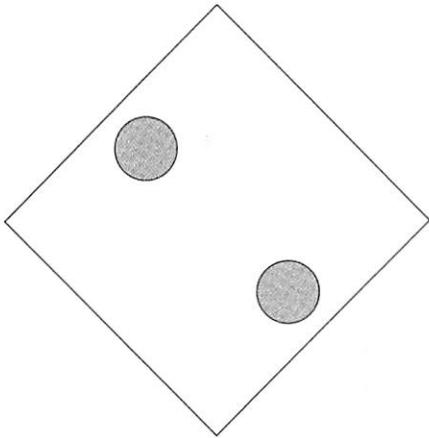


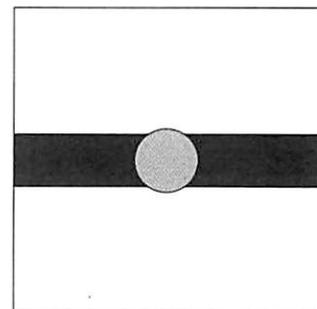
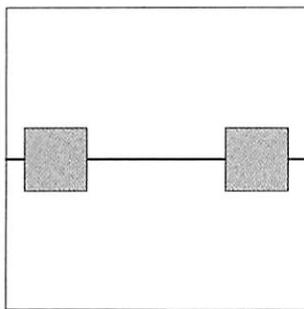
Finde möglichst viele verschiedene Maschinenanordnungen für dieses Endprodukt!

Factory, Kopiervorlage 19: Arbeitsblatt „Finde jeweils eine Maschinenanordnung mit möglichst wenigen Maschinen!“ (Schwierigkeitsgrad: leicht)

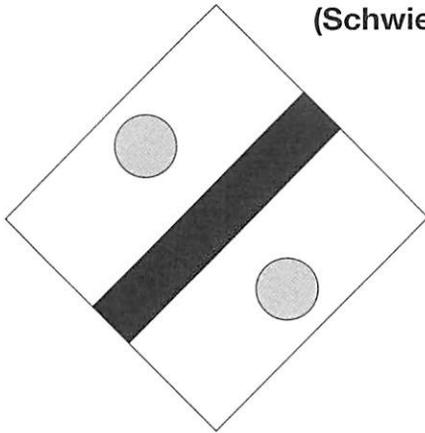


Finde jeweils eine Maschinenanordnung mit möglichst wenigen Maschinen!

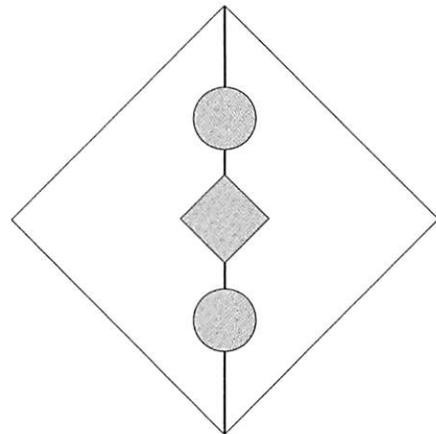
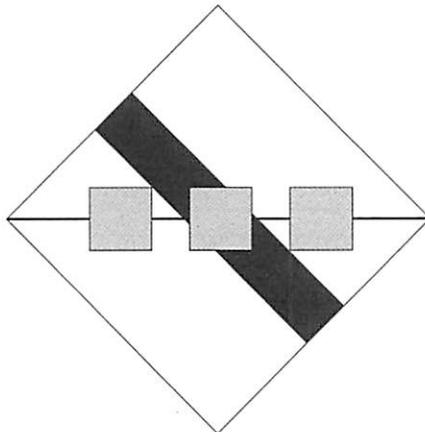


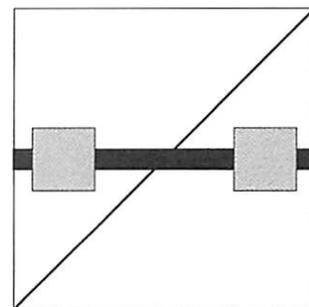
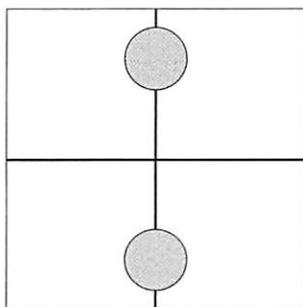


**Factory, Kopiervorlage 20: Arbeitsblatt „Finde jeweils eine Maschinenanordnung mit möglichst wenigen Maschinen!“
(Schwierigkeitsgrad: mittelschwer)**

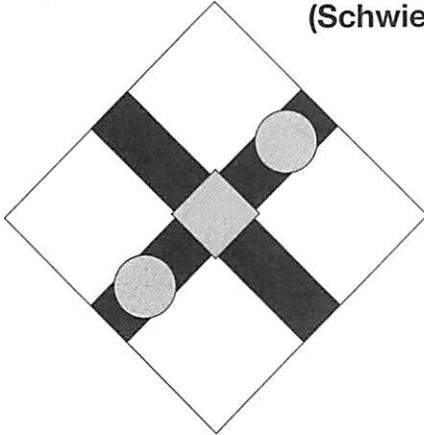


Finde jeweils eine Maschinenanordnung mit möglichst wenigen Maschinen!

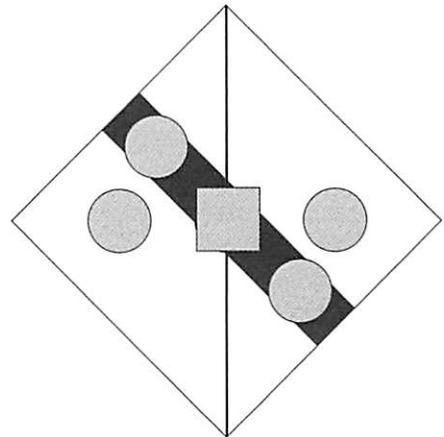
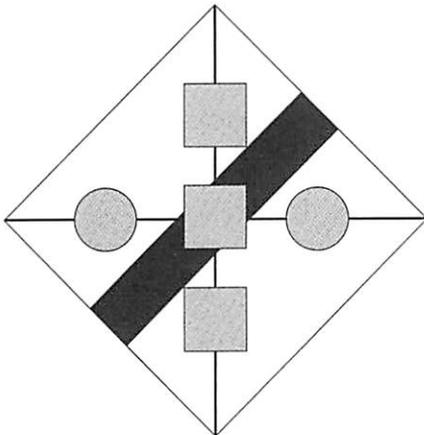


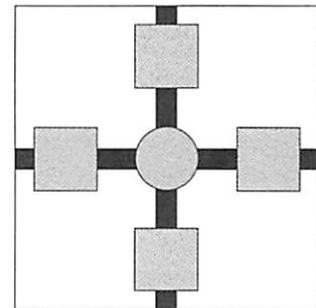
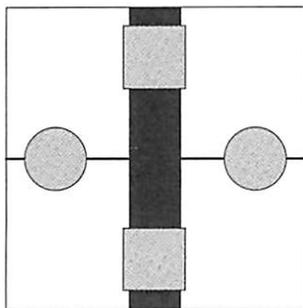


**Factory, Kopiervorlage 21: Arbeitsblatt „Finde jeweils eine Maschinenanordnung mit möglichst wenigen Maschinen!“
(Schwierigkeitsgrad: schwer)**



Finde jeweils eine Maschinenanordnung mit möglichst wenigen Maschinen!





Factory, Kopiervorlage 22: Schablonen zum Zeichnen der vorausgesagten Endprodukte

