

INHALTSÜBERSICHT

I. Einleitung	1
1. Einführung	3
2. Problemstellung	8
3. Gang der Untersuchung	10
II. Die Öltermingeschäfte der Metallgesellschaft	15
1. Die Metallgesellschaft - Eine knappe Skizze der Unternehmensentwicklung	17
2. Die Geschäftsfelder der Metallgesellschaft Corp.	25
3. Die Öltermingeschäfte im Widerstreit der Meinungen	28
4. Zusammenfassung	119
III. Risikocontrolling und externe Rechnungslegung von derivativen Instrumenten	125
1. Begriffe und Begriffsbestimmungen	127
2. Der Verzicht auf Derivate: Keine Lösung - Zur Notwendigkeit von Risikomanagement- und -controllingsystemen	133
3. Risikomanagement und Grundstrukturen des Risikocontrollings	135
4. Marktbewertung, Abschätzung von Preisrisiken und externe Rechnungslegung	179
5. Zusammenfassung	211
IV. Verfahren des Risikocontrollings von Preisrisiken	215
1. Einführende Bemerkungen	217
2. Verfahren der Marktbewertung	218
3. Sensitivitäten und Mapping	247
4. Verfahren der Risikoabschätzung: Value-at-Risk-Ansätze und Stress Tests	296
5. Zusammenfassung	408
V. Value-at-Risk- und Cash-Flow-at-Risk-Berechnungen für die Programme der Metallgesellschaft	413
1. Zielsetzungen und Untersuchungsdesign	415
2. Value-at-Risk-Schätzungen	420
3. Cash-Flow-at-Risk-Schätzungen	446
4. Zusammenfassung	452
VI. Resümee und Ausblick	455

INHALTSVERZEICHNIS

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	XIII
TABELLENVERZEICHNIS	XV
VERZEICHNIS DER BEISPIELE	XIX
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	XXI
SYMBOLVERZEICHNIS	XXV
I. EINLEITUNG	1
1. EINFÜHRUNG	3
1.1. DIE ENTWICKLUNG DER MÄRKTE FÜR DERIVATIVE INSTRUMENTE	3
1.2. RISIKEN DES EINSATZES DERIVATIVER INSTRUMENTE	5
2. PROBLEMSTELLUNG	8
3. GANG DER UNTERSUCHUNG	10
II. DIE ÖLTERMINGESCHÄFTE DER METALLGESELLSCHAFT	15
1. DIE METALLGESELLSCHAFT - EINE KNAPPE SKIZZE DER UNTERNEHMENSENTWICKLUNG	17
1.1. DIE METALLGESELLSCHAFT IM WANDEL DER ZEIT	17
1.2. GESCHÄFTSSTRATEGIE UND KONZERNORGANISATION IN DEN JAHREN VOR DER KRISE	18
1.3. DIE FINANZ- UND ERTRAGSLAGE DER METALLGESELLSCHAFT VOR DER KRISE	20

2. DIE GESCHÄFTSFELDER DER METALLGESELLSCHAFT CORP.	25
3. DIE ÖLTERMINGESCHÄFTE IM WIDERSTREIT DER MEINUNGEN	28
3.1. DIE RISIKOMANAGEMENT-PROGRAMME UND IHRE ABSICHERUNG	28
3.1.1. DIE LIEFERVERBINDLICHKEITEN	28
3.1.2. DIE ABSICHERUNGSKONTRAKTE	32
3.2. VOM LIQUIDITÄTSBEDARF ZUR LIQUIDITÄTSKRISE	38
3.3. DIE ARGUMENTATION DER AMERIKANISCHEN KRITIKER	43
3.4. DIE BEURTEILUNG DER RISIKOMANAGEMENT-PROGRAMME DER MGRM UND IHRER ABSICHERUNG	48
3.4.1. DAS LIQUIDITÄTSRISIKO	48
3.4.2. DAS PREISRISIKO	53
3.4.2.1. Basis und Basisrisiko	53
3.4.2.2. Zum Begriff des "Hedging"	58
3.4.2.3. Die volumengleiche Absicherungsstrategie der MGRM (I)	63
3.4.2.3.1. Das langfristige Ertragspotential einer volumengleichen Absicherungsstrategie mit Derivaten	63
3.4.2.3.2. Zur Verlässlichkeit historischer Analysen	68
3.4.2.3.3. Strukturbrüche an den Energiemärkten 1992 und 1993 ?	70
3.4.2.4. Zu den Optionselementen in den Risikomanagement-Programmen der MGRM	75
3.4.2.4.1. Optionen: Grundlagen zum Verständnis	75
3.4.2.4.2. Die Rolle der Optionselemente in den Lieferverträgen	78
3.4.2.4.3. Grundüberlegungen zur Bewertung der Optionselemente	80

3.4.2.5. Zur Bewertung der Lieferkontrakte der MGRM	83
3.4.2.5.1. Die Ergebnisse der Sonderprüfer	83
3.4.2.5.2. Kritik an der Bewertung der Sonderprüfer	86
3.4.2.6. Die volumensgleiche Absicherungsstrategie der MGRM (II)	91
3.4.2.6.1. Einführende Überlegungen	91
3.4.2.6.2. Tailing und varianzminimierendes Hedging	92
3.4.2.6.3. Exkurs: Tailing und Tailingzeitraum bei Varianz/Kovarianz-Hedges	98
3.4.2.6.4. Optionselemente in den Liefer- verträgen - ein Hindernis für niedrigere Hedge-Ratios?	103
3.4.2.6.5. Zeithorizont und Preisrisiko	104
3.4.2.6.6. Exkurs: Explizite Herleitung des kurz- und langfristigen Hedge-Ratios für Stacked Hedges im Drei-Perioden-Fall	107
3.4.2.7. Preisrisiken aus den Risikomanagement- Programmen der MGRM - nur ein Zwischenergebnis	116
3.4.3. DAS KREDITRISIKO	118
4. ZUSAMMENFASSUNG	119
III. RISIKOCONTROLLING UND EXTERNE RECHNUNGSLEGUNG VON DERIVATIVEN INSTRUMENTEN	125
1. BEGRIFFE UND BEGRIFFSABGRENZUNGEN	127 ✓
1.1. "RISIKO"	127 ✓
1.2. "CONTROLLING"	129 ✓
1.3. "RISIKOCONTROLLING" UND "RISIKOMANAGEMENT"	131 ✓

2. ZUR NOTWENDIGKEIT VON RISIKOMANAGEMENT- UND -CONTROLLINGSYSTEMEN	133
3. RISIKOMANAGEMENT UND GRUNDSTRUKTUREN DES RISIKOCONTROLLINGS	135
3.1. VORBEMERKUNG	135
3.2. GESCHÄFTSPOLITISCHER RAHMEN UND ORGANISATORISCHE AUSGESTALTUNG	136
3.2.1. DIE "MINDESTANFORDERUNGEN AN DAS BETREIBEN VON HANDELSGESCHÄFTEN DER KREDITINSTITUTE" - EINE LEITLINIE NICHT NUR FÜR BANKEN	136
3.2.2. GESCHÄFTSPOLITISCHE RAHMENBEDINGUNGEN	137
3.2.3. GESTALTUNG DER ORGANISATIONSSTRUKTUREN UND -ABLÄUFE	140
3.3. RISIKOMANAGEMENT UND -CONTROLLING VON PREISRISIKEN	144
3.3.1. ERFASSUNG DER EXPOSURES	144
3.3.2. MARKTBEWERTUNG	147
3.3.3. ABSCHÄTZUNG DES PREISRISIKOS	151
3.4. RISIKOMANAGEMENT UND -CONTROLLING VON KREDITRISIKEN	156
3.4.1. KREDITRISIKO UND KREDITÜBERWACHUNG DERIVATIVER INSTRUMENTE	156
3.4.2. DAS AUSFALLRISIKO I. E. S.	158
3.4.2.1. Wiederbeschaffungskosten	158
3.4.2.2. Wiederbeschaffungskosten bei Netting	163
3.4.2.3. Von den Wiederbeschaffungskosten zur Risikovorsorge: Ausfallraten	169
3.4.3. DAS ABWICKLUNGSRISIKO	173
3.5. RISIKOMANAGEMENT UND -CONTROLLING VON LIQUIDITÄTSRISIKEN	174
3.6. ZWISCHENERGEBNIS: MARKTBEWERTUNG UND RISIKO-ABSCHÄTZUNG KÜNFTIGER MARKTWERTÄNDERUNGEN ALS ZENTRALE BAUSTEINE VON RISIKOMANAGEMENT UND -CONTROLLING	179

4. MARKTBEWERTUNG, ABSCHÄTZUNG VON PREIS- RISIKEN UND EXTERNE RECHNUNGSLEGUNG	179
4.1. VORBEMERKUNGEN	179
4.2. HEDGE ACCOUNTING UND BEWERTUNGSEINHEIT: DIE BEWERTUNG VON HEDGE-GESCHÄFTEN	182
4.2.1. DAS GRUNDPROBLEM DER BILANZIERUNG VON HEDGES NACH DEUTSCHEM BILANZRECHT: UNTRAGBARE ERGEB- NISVERZERRUNGEN BEI STRENGER EINZELBEWERTUNG	182
4.2.2. HEDGE-ACCOUNTING NACH US-GAAP UND IAS	184
4.2.3. DIE BILANZIERUNG VON GRUND- UND SICHERUNGS- GESCHÄFTEN NACH DEUTSCHEM BILANZRECHT: BEWERTUNGSEINHEITEN	192
4.3. (ANHANG-)PUBLIZITÄT DERIVATIVER GESCHÄFTE	198
4.3.1. ZUR NOTWENDIGKEIT DER PUBLIZITÄT DERIVATIVER GESCHÄFTE	198
4.3.2. DIE SITUATION IN DEUTSCHLAND: FAKTISCHE NICHT- EXISTENZ GESETZLICHER PUBLIZITÄTSNORMEN	199
4.3.3. PUBLIZITÄT VON DERIVATEN NACH US-GAAP UND IAS	204
5. ZUSAMMENFASSUNG	211
IV. VERFAHREN DES RISIKOCONTROLLINGS VON PREISRISIKEN	215
1. EINFÜHRENDE BEMERKUNGEN	217
2. VERFAHREN DER MARKTBEWERTUNG	218
2.1. ANKNÜPFUNGSPUNKTE ZUR FESTSTELLUNG VON MARKTPREISEN	218
2.2. BEWERTUNG FIXER OTC-TERMINGESCHÄFTE	222
2.2.1. BEWERTUNG VON FORWARD-KONTRAKTEN	222
2.2.2. BEWERTUNG EINFACHER SWAPS	226
2.2.2.1. Einfache Zinsswaps (fix-variabel)	226
2.2.2.2. Einfache Währungsswaps (fix-fix)	229

3.2.4.2. Single-Index-Modell und Diversifikation	280
3.3. NÄHERUNGSMAßE FÜR OPTIONEN ("GREEKS")	284
3.3.1. DIE TAYLORAPPROXIMATION IM MERTON-MODELL	284
3.3.2. OPTIONSENSITIVITÄTEN	285
3.3.2.1. Die Preissensitivität der Option: Delta (und Gamma)	285
3.3.2.2. Die Sensitivität der Option auf Änderungen der Volatilität: Vega	291
3.3.2.3. Die Sensitivität der Option auf Änderungen von Zins bzw. Dividende: die Rhos	291
3.3.2.4. Die Sensitivität der Option auf eine Änderung der Laufzeit: Theta	292
3.3.3. DAS MAPPING VON OPTIONEN	294
4. VERFAHREN DER RISIKOABSCHÄTZUNG: VALUE-AT-RISK-ANSÄTZE UND STRESS TESTS	296
4.1. VALUE-AT-RISK-KONZEPTE - EINE HINFÜHRUNG	296
4.2. PARAMETRISCHE VERFAHREN ZUR SCHÄTZUNG DES VALUE-AT-RISK	303
4.2.1. GRUNDLAGEN - VERTEILUNGSANNAHMEN UND PARAMETERSCHÄTZUNG	303
4.2.1.1. Value-at-Risk-Schätzung bei unbedingter Normalverteilung am Beispiel eines einfachen Varianz/Kovarianz-Ansatzes	303
4.2.1.2. Sind Renditen unbedingt (multivariat) normalverteilt?	308
4.2.1.3. Verfahren der Volatilitäts- und Korrelations- schätzung für bedingte Verteilungen	311
4.2.1.3.1. Schätzungen auf Basis historischer Daten	311
4.2.1.3.1.1. Gleitende Durchschnitte	311
4.2.1.3.1.2. ARCH/GARCH-Modelle	320
4.2.1.3.2. Prognosen auf Basis von beobachteten Optionspreisen: Die implizite Volatilität	325

4.2.1.4. Sind Renditen bedingt normalverteilt?	332
4.2.2. PARAMETRISCHE VERFAHREN DER VALUE-AT-RISK-SCHÄTZUNG	334
4.2.2.1. Der Portfolio-Normal-Ansatz	334
4.2.2.2. Der Delta-Normal-Ansatz	335
4.2.2.2.1. Value-at-Risk-Schätzung	335
4.2.2.2.2. Value-at-Risk für das Gesamt- und für Teilportefeuilles	341
4.2.2.2.3. Marginaler und inkrementaler Value-at-Risk	343
4.2.2.2.3.1. Marginaler und inkrementaler Value-at-Risk von Risikofaktorpositionen	343
4.2.2.2.3.2. Marginaler und inkrementaler Value-at-Risk von Instrumenten	348
4.2.2.2.4. Zur Eignung des Delta-Normal-Ansatzes zur Abbildung der Preisrisiken nichtlinearer Instrumente	352
4.2.2.3. Delta-Gamma-Normal-Verfahren	355
4.2.2.4. Monte-Carlo-Simulation	360
4.3. NICHT-PARAMETRISCHE VERFAHREN ZUR SCHÄTZUNG DES VALUE-AT-RISK	367
4.3.1. Historische Simulation	367
4.3.2. Bootstrapping	375
4.4. VALUE-AT-RISK, MARKTLIQUIDITÄT UND DIE ANNAHME KONSTANTER POSITIONEN	378
4.5. VERFAHRENSVERGLEICH UND VERFAHRENSGÜTE	380
4.5.1. Unterschiedliche Verfahren - unterschiedliche Schätzwerte	380
4.5.2. Unterschiede in den Value-at-Risk-Schätzungen bei verschiedenen Berechnungsverfahren	381
4.5.3. Backtesting	389
4.5.3.1. Grundprobleme und Verfahren	389

4.5.3.2. Backtesting: Empirische Ergebnisse	394
4.6. STRESS TESTS	399
4.7. CASH-FLOW-AT-RISK	404 ✓
5. ZUSAMMENFASSUNG	408
V. VALUE-AT-RISK- UND CASH-FLOW-AT-RISK-SCHÄTZUNGEN FÜR DIE PROGRAMME DER METALLGESELLSCHAFT	413
1. ZIELSETZUNGEN UND UNTERSUCHUNGSDESIGN	415
2. VALUE-AT-RISK-SCHÄTZUNGEN	420
2.1. DIE BERECHNUNGEN WAHRENBURGS PER 30.09.1993	420
2.2. EIGENE SCHÄTZUNGEN DES VALUE-AT-RISK	423
2.2.1. VALUE-AT-RISK-SCHÄTZUNGEN PER 15.12.1993	423
2.2.2. KONTRAKTABBAU UND KURZFRISTIGES PREISRISIKO	430
2.2.3. VALUE-AT-RISK UND VARIANZMINIMIERENDE HEDGE-RATIOS IM JAHRESVERLAUF 1993	433
2.2.4. PREISGRENZEN, VALUE-AT-RISK-SCHÄTZUNGEN UND HALTEDAUER	439
3. CASH-FLOW-AT-RISK-SCHÄTZUNGEN	446 ✓
3.1. CASH-FLOW-AT-RISK-SCHÄTZUNGEN PER 15.12.1993	446 ✓
3.2. CASH-FLOW-AT-RISK-SCHÄTZUNGEN IM JAHRESVERLAUF 1993	450 ✓
4. ZUSAMMENFASSUNG	452 ✓
VI. RESÜMEE UND AUSBLICK	455
ANHANG	461
LITERATURVERZEICHNIS	495
STICHWORTVERZEICHNIS	537

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

1.1.:	Entwicklung des Gesamtvolumens weltweit veröffentlichter Verluste aus Derivaten	5
1.2.:	Spektakuläre Fälle von Verlusten aus Derivaten in den neunziger Jahren (Auswahl)	6
2.1.:	Die Lieferverbindlichkeiten der MGRM und ihre Absicherung	33
2.2.:	Monatliche Auszahlungen aus den Absicherungskontrakten (NYMEX, IPE und OTC) von Januar 1993 bis Dezember 1993	39
2.3.:	Kumulierte Auszahlungen aus den Absicherungskontrakten (NYMEX, IPE und OTC) von Januar 1993 bis Dezember 1993	40
2.4.:	Backwardation und Contango	54
2.5.:	Gewinn- und Verlustdiagramme für den Inhaber eines Calls bzw. Puts auf Rohöl	76
2.6.:	WTI-Forward-Kurve zu ausgewählten Zeitpunkten	86
3.1.:	Schematische Vorgehensweise des Controllings von Marktpreisrisiken	155
3.2.:	Schematische Vorgehensweise des Controllings von Kreditrisiken auf Kontrahentenebene	168
3.3.:	Die Bedeutung von Marktbewertung und Risikoabschätzung bei einzelnen Risikoarten	180
4.1.:	Value-at-Risk für Gesamt- und Teilportefeuilles	342
4.2.:	Delta-Approximation und theoretischer Optionspreis bei einem Short Straddle	354
4.3.:	Delta-Approximation, Delta-Gamma-Approximation und theoretischer Optionspreis bei einem Short Straddle	356

5.1.:	Entwicklung des Value-at-Risk bei volumensgleichen Hedge-Positionen	435
5.2.:	Entwicklung des Value-at-Risk bei varianzminimierenden Hedge-Positionen	437
5.3.:	Entwicklung des Cash-Flow-at-Risk der MGRM bei volumensgleichen Hedge-Positionen	451
5.4.:	Entwicklung des Cash-Flow-at-Risk der MGRM bei varianzminimierenden Hedge-Positionen	452

TABELLENVERZEICHNIS

2.1.:	Eckdaten der Expansion der Metallgesellschaft (Konzern)	19
2.2.:	Cash Flow, Mittelverwendung und Bruttoinvestitionen der Metallgesellschaft (Konzern)	20
2.3.:	Wichtige Finanzierungsdaten der Metallgesellschaft (Konzern)	22
2.4.:	Ausgewählte Kennzahlen der Metallgesellschaft (Konzern)	22
2.5.:	Ergebnisentwicklung der Metallgesellschaft (Konzern)	23
2.6.:	Ausgewählte Sonstige Aufwendungen und Erträge der Metallgesellschaft (Konzern)	25
2.7.:	Die Entwicklung der Vertragsvolumina (in Mio Barrel) im Rahmen der Lieferverträge der MGRM	31
2.8.:	Erträge und Cash Flows einer mit Futures gehedgten Lieferverbindlichkeit bei Lieferung am Laufzeitende (fallende Preise und konstante Basis von Null, Zins von Null)	37
2.9.:	Roll-over-Gewinne und -Verluste April 1983 - Dezember 1992	65
2.10.:	Roll-over-Gewinne und -Verluste während des Jahres 1993 bei der von Edwards/Canter simulierten Handelsstrategie	68
2.11.:	Roll-over-Gewinne und -Verluste für Sojabohnen und Kupfer während ausgewählter Teilperioden	69
2.12.:	Auswirkungen isolierter Parameteränderungen auf den Wert eines europäischen Calls bei gegebenem Basispreis	77
2.13.:	Bewertungsergebnis der Sonderprüfer (in Mio US\$) per 30. Dezember 1993	84
2.14.:	Standardabweichungen (p.a.) täglicher Futures-Preise (US\$)	93
2.15.:	Regressionsschätzung der Beziehung zwischen 1-Monats-Futures-Preis und Preisen längerlaufender Kontrakte (1990-1992)	94
2.16.:	Hedge-Ratios für unterschiedliche Laufzeiten von Rohöl-Kontrakten nach Gibson/Schwartz	96
3.1.:	Aufgaben des Risikomanagements und Risikocontrollings bei Kreditinstituten	133

3.2.:	Bankaufsichtsrechtliche Zuschlagssätze bei der Marktbewertungsmethode	162
3.3.:	Kumulierte Ausfallraten von Corporate Bonds (in %)	171
3.4.:	Grundkonzepte des Hedge-Accounting	186
4.1.:	Quellen für „Marktpreise“	221
4.2.:	Generalisierungen des Black/Scholes-Modells	237
4.3.:	RiskMetrics-Daten für französische Staatsanleihen	263
4.4.:	Zur Genauigkeit der Delta-Approximation	287
4.5.:	Zur Genauigkeit der Delta-Gamma-Approximation	289
4.6.:	Optionssensitivitäten im Merton-Modell	293
4.7.:	α -Werte der Standardnormalverteilung	305
4.8.:	RiskMetrics-Dataset und Balancepunkt	319
4.9.:	Daten zu den Futures-Positionen von Barings	347
4.10.:	Marginale und inkrementale Value-at-Risk der Futures-Positionen von Barings	347
4.11.:	VaR-Schätzungen Beders für eine Halteperiode von einem Tag	383
4.12.:	VaR-Schätzungen Beders für eine Halteperiode von zwei Wochen	384
4.13.:	Backtesting: Wahrscheinlichkeit für einen Fehler 2. Art bei einem Fehler 1. Art von 10,79 % und $n=250$ bei ≥ 5 Ausnahmen	392
4.14.:	Backtesting: Wahrscheinlichkeit für einen Fehler 2. Art bei einem sich ändernden Stichprobenumfang	393
5.1.:	Übersicht über die verwendeten Verfahren zur Varianz/Kovarianz-Schätzung	418
5.2.:	Der Value-at-Risk der MGRM per 30.9.1993 nach Wahrenburg	422
5.3.:	Kontraktpreise sowie Standardabweichungen und Korrelationen der täglichen, kontinuierlichen Renditen auf Basis der Verfahren A1-B2	424
5.4.:	Value-at-Risk-Schätzungen für die Programme der MGRM per 15.12.1993 mit den Verfahren A1 und A2	426
5.5.:	Value-at-Risk-Schätzungen für die Programme der MGRM per 15.12.1993 mit den Verfahren B1 und B2	427

5.6.:	Maxima und Minima der Value-at-Risk-Schätzungen für die Programme der MGRM per 15.12.1993	428
5.7.:	Hedge-Positionen der MGRM	430
5.8.:	Kontraktabbau und Value-at-Risk	431
5.9.:	Kontraktabbau und Value-at-Risk ohne Berücksichtigung der Firm-Flexible-Verträge	433
5.10.:	Angenommene Entwicklung der Vertragsvolumina der Firm-Fixed- und Firm-Flexible-Verträge der MGRM im Jahre 1993	434
5.11.:	Hedge-Ratios im Zeitablauf für eine 1:1 aus 9-monatigen Heizöl- und Benzin-Futures zusammengesetzte Grundposition (Short-Position)	438
5.12.:	Preisgrenzen für die Differenzen der 9-monatigen/einmonatigen Benzin- und Heizölkontrakte	441
5.13.:	Value-at-Risk und Preisgrenzen per 15.12.1993	443
5.14.:	Volumengleiches Hedging, Value-at-Risk und Preisgrenzen per 15.12.1993	444
5.15.:	Value-at-Risk, Preisgrenzen und Kontraktabbau per 15.12.1993	446
5.16.:	Cash-Flow-at-Risk-Schätzungen für die Programme der MGRM per 15.12.1993 mit den Verfahren A1 und A2	448
5.17.:	Cash-Flow-at-Risk-Schätzungen für die Programme der MGRM per 15.12.1993 mit den Verfahren B1 und B2	449

VERZEICHNIS DER BEISPIELE

(IV. Teil)

4.1.:	Mapping eines Zins-Cash-Flows	263
4.2.:	Mapping von Zins-Cash-Flows bei längerer Haltedauer	266
4.3.:	Bestimmung der DM-Barwertvolatilität einer Fremdwährungsanleihe	270
4.4.	Delta-Approximation einer Option	286
4.5.	Delta-Gamma-Approximation einer Option	289
4.6.	Schätzung des VaR (in DM) eines zehnjährigen US\$-Zerobonds	340
4.7.	Value-at-Risk, marginale und inkrementale Value-at-Risks am Beispiel Barings	346
4.8.	Defizite der Abbildung mittels Delta-Äquivalenten bei Short Straddles	354
4.9.	Verbesserung der Risikoabschätzung durch Delta-Gamma-Approximation	355
4.10.	Beispielrechnung für die historische Simulation	370