- **Gaußscher Algorithmus**

$$R_G = 2(n+1)(n-1) + 2n(n-1) + 2(n-1)(n-2) + ... + 2[n-(n-3)][n-(n-1)]$$
$$+ n(n-2) - (1+2+...+n-2) + 1+3+5+7+...+(2n-1)$$

- **Cramersche Regel** $R_{CR} = n + 3(n+1)!$

- **Inverse Matrix** $R_{IM} = 6n^2 - n + 3(n)!$

- **Mobile Kommunikation** $R_{MK} = 4n^2 + 81n + nR_G$

Algorithmus	n = 2	n = 3	n = 4	n = 10	n = 20
Gaußscher Algorithmus	11	35	73	894	6.289
Cramersche Regel	10	71	379	119.750.410	$1{,}5 \cdot 10^{20}$
Inverse Matrix	14	68	164	10.886.990	$7{,}2 \cdot 10^{18}$
Mobilsysteme (Fernsteuerung)	9	39	160	--	--
Mobilsysteme (mobile Kommunikation)	--	--	555	10.150	129.000

Tabelle 2.4 Vergleichstabelle zum Rechenaufwand

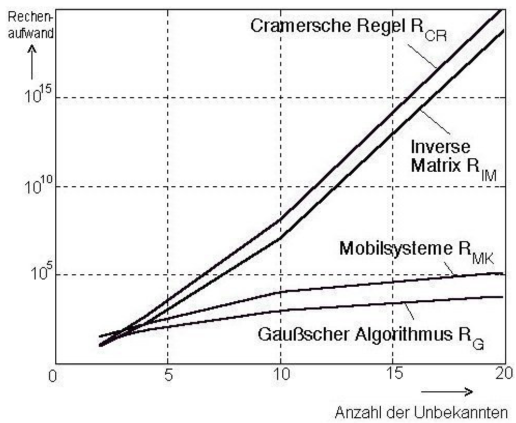

Bild 2.7 Rechenaufwand für verschiedene Anzahl der Unbekannten n

Bei kleinen n ist der Unterschied zwischen Methoden nicht groß. Bei größeren n ist deutlich zu sehen, dass die Berechnung von Determinanten (Cramersche Regel, inverse Matrix) viel mehr Rechenoperationen als der Gaußsche Algorithmus oder die Methode der Mobilsystemen erfordern.

Bei n = 2 ist die Cramersche Regel zu empfehlen, da die Lösung übersichtlich ist.

2.6 Lösung mit MATLAB

Die MATLAB-Skripte werden unten für zwei Beispiele erstellt.

2.6.1 Fernsteuerung

Das Gleichungssystem A und das Mobilsystem B sind gegeben:

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 = 0{,}7 \\ 2x_1 + 5x_2 + 3x_3 = 2{,}1 \\ 4x_1 + 6x_2 + 9x_3 = 3{,}7 \end{cases} \qquad \begin{cases} z_1 + 2z_2 + 4z_3 = d_1 \\ z_1 + 5z_2 + 6z_3 = d_2 \\ z_1 + 3z_2 + 9z_3 = d_3 \end{cases}$$

Das MATLAB-Skript ist in der Tabelle 2.5 zusammengefasst.

Originalsystem	A = [1, 1, 1; 2, 5, 3; 4, 6, 9];	
	C = [0.7; 2.1; 3.7];	
Mobilsystem	B = A';	
1. Kalibrieren für x_1	D =[1; 0, 0];	Z = [1, 1, 1];
2. Teilsystem	b = [1, 5; 1, 3];	c = [–6; –9];
3. Lösung	z = inv(b)*c ⇒ Z(1) = z(1); Z(2) = z(2); ⇒	z = [–13.5; 1.5] Z = [–13.5; 1.5; 1]
4. Fehlender Level	D(1) = B(1, :)* Z; ⇒	D = [–6.5; 0; 0]
5. Kommunikation	Ez = C' * Z; ⇒	Ez = –2.6
6. Lösung für x_1	x1 = Ez / D(1); ⇒	x1 = 0.4
7. Reduziertes System	a = [5, 3; 6, 9]; C2(1) = C(2) – A(2)*x1 ⇒ C3(1) = C(3) – A(3)*x1 ⇒ C2 = [C2(1); C2(2)] ⇒	 C2(1) = 1.3 C3(1) = 2.1 C2 = [1.3; 2.1]
8. Lösung	x2_3 = inv(a)*C2 ⇒	x2_3 = [0.2; 0.1]

Tabelle 2.5 Beispiel eines MATLAB-Skriptes für $n = 3$ Unbekannte

2.6.2 Mobile Kommunikation

Das Gleichungssystem bzw. Matrix A_5 ist gegeben:

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 3x_3 + 4x_4 + 5x_5 = 58 \\ x_1 + 6x_2 + 7x_3 + 3x_4 + 9x_5 = 107 \\ 2x_1 + 3x_2 + 6x_3 + 8x_4 + 5x_5 = 106 \\ 8x_1 + 5x_2 + 6x_3 + 9x_4 + x_5 = 175 \\ 3x_1 + 9x_2 + x_3 + 4x_4 + 7x_5 = 101 \end{cases} \qquad A_5 = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 1 & 6 & 7 & 3 & 9 \\ 2 & 3 & 6 & 8 & 5 \\ 8 & 5 & 6 & 9 & 1 \\ 3 & 9 & 1 & 4 & 7 \end{pmatrix}$$

Die MATLAB-Befehle zur Lösung dieses Gleichungssystems nach dem Prinzip der mobilen Kommunikation sind unten aufgelistet:

```
A5 = [ 1, 2, 3, 4, 5;   1, 6, 7, 3, 9;  2, 3, 6, 8, 5;
8, 5, 6, 9, 1;  3, 9, 1, 4, 7 ];          {Eingabe}
C5 = [ 58;  107;  106;  175;  101 ];      {Eingabe}
B5 = A5';                                 {Transponierte Matrix}
A4 = B5;  B5( : , 5) = [ ];               {5. Spalte herauslöschen}
          B5( 1 , : ) = [ ];              {1. Zeile herauslöschen}
C4 = –B5( : , 5);  C4(1)=[ ];             {1. Element herauslöschen}
                                          {C4 = –9;  –1;  –4 ; –7}
B4 = A4';                                 {Transponierte Matrix}
A3 = B4;  B4( : , 4) = [ ];               {4. Spalte herauslöschen}
          B4( 1 , : ) = [ ];              {1. Zeile herauslöschen}
C3 = –B4( : , 5);  C3(1)=[ ];             {1. Element herauslöschen}
                                          {C3 = –9;  –5;  –1 Ausgabe}
B3 = A3';                                 {Transponierte Matrix}
A2 = B3;  B3( : , 3) = [ ];               {3. Spalte herauslöschen}
          B3( 1 , : ) = [ ];              {1. Zeile herauslöschen}
C2 = –B3( : , 5);  C2(1)=[ ];             {1. Element herauslöschen}
                                          {C2 = –6;  –9   Ausgabe}
p12 = inv(A2)*C2                          {2×2 System lösen}
                                          {p1 = 0,1579   Ausgabe}
```