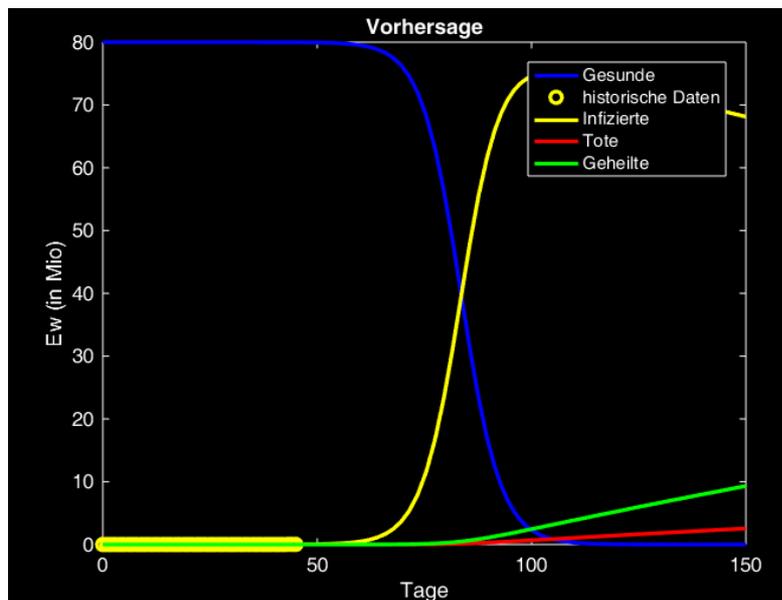


Liebe Studierende,

wir befinden uns aktuell in einer Ausnahmesituation bei der jeder von uns Verantwortung übernehmen muss. Zur Eindämmung der Krise kann und soll jeder von uns einen wichtigen Beitrag leisten. Als Lehrende der Informatik mit dem Fokus auf Modellbildung und Simulation ist es uns ein dringendes Anliegen, Ihnen persönlich die Dynamik der Ausbreitungsprozesse vor Augen zu führen. Mathematische Gleichungen sind abstrakt und produzieren seelenlose Zahlen - oft nicht jedermanns Sache. Aber hier bieten sie die einmalige Chance, einen möglichen Verlauf unserer gemeinsamen Zukunft vorherzusehen.

In unseren Vorlesungen haben viele von Ihnen bereits das Rüstzeug gelernt, um anhand der angefügten Matlab-Programme die Berechnungen selbst durchzuführen und so die Konsequenz von Corona-Partys und Versammlungen direkt zu erkennen. Für alle anderen hier die Ergebnisse der Simulation:



Die Abbildung zeigt die dramatische Prognose für ein „weiter so“ Szenario: Wir sind am Tag 45 der Pandemie. In den nächsten 50 Tagen wird ein Großteil der Bevölkerung erkranken. Müssen nur 10 % davon stationär behandelt werden, so kollabiert unser Gesundheitssystem. Auch einfache Probleme (Blinddarm, Motorradunfall) werden lebensbedrohlich. Die wirtschaftlichen Folgen sind wohl unabsehbar.

### **Fast 50 Tage Corona in Deutschland - wie geht es weiter?**

Wenn wir nichts ändern und sich das Virus mit der gleichen Geschwindigkeit wie bisher verbreitet, dann wird sich unsere Welt komplett verändern. Disruptiv, von heute auf morgen. Innerhalb der nächsten Tage wird sich fast die komplette Gesellschaft infizieren und die Krankenhäuser stürmen. Das betrifft nicht nur die Generation 60+, sondern jeden von uns. Bei der begrenzten Zahl der zur Verfügung stehenden Beatmungsplätze wird der ein oder andere nie wieder an die Hochschule kommen, oder wird Freunde/Freundinnen, nahe Angehörige verlieren.

Hinter jeder Zahl verbirgt sich ein menschliches Schicksal, wenn Sie möchten, dass es auch in Zukunft ein "lebendiges" Hochschulleben gibt, beweisen Sie Empathie und reduzieren Sie Ihre physischen sozialen Kontakte. Nur dann können wir die Fallzahlen auf ein zu bewältigendes Maß reduzieren.

### **Unser persönlicher Appell:**

**Social Distancing - entscheidet JETZT über die Zukunft.**

Wir wissen, dass das für uns alle schwer ist, auch unsere Familien kämpfen schon mit einem Lagerkoller. Aber das „weiter so“ hat verheerende Folgen.

Mit freundlichen Grüßen, bleiben Sie gesund

Klaus-Uwe Gollmer (Modellbildung und Simulation, Umwelt-Campus)

Guido Dartmann (Verteilte Systeme, Umwelt-Campus)

Anke Schmeink (Informationstheorie, RWTH Aachen)

### Zum Hintergrund: Was haben wir gemacht?

Bei der Modellierung stützen wir uns auf ein einfaches Ausbreitungsmodell (SIRD-Modell), welches z.B. die Ebola-Infektionen erfolgreich abbildet. Für Insider: Ein System nichtlinearer Differentialgleichungen (dgl\_sird.m), zu dessen Lösung es Algorithmen gibt (Matlab ode45).

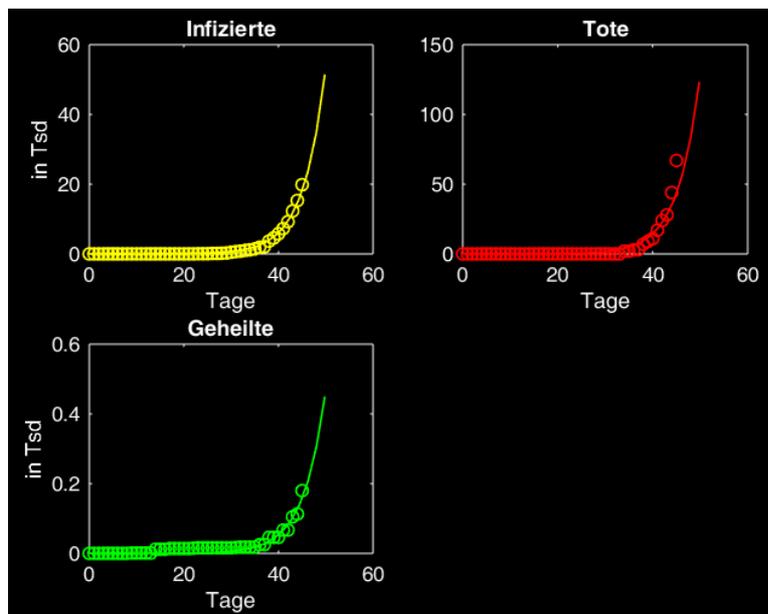
[https://www.researchgate.net/publication/280141961\\_Mathematical\\_Modelling\\_of\\_the\\_Transmission\\_Dynamics\\_of\\_Ebola\\_Virus](https://www.researchgate.net/publication/280141961_Mathematical_Modelling_of_the_Transmission_Dynamics_of_Ebola_Virus)

In den Gleichungen gibt es verschiedene Parameter, die natürlich für das jeweilige Virus (und wohl auch das jeweils betroffene Land mit seinen klimatischen Verhältnissen) sehr spezifisch sind. Um diese Parameter valide zu bestimmen bedarf es noch viel mehr medizinischer Forschung. Da wir keine andere Information haben, nehmen wir die Fallzahlen für Deutschland aus der folgenden öffentlich zugänglichen Quelle:

<https://raw.githubusercontent.com/datasets/covid-19/master/time-series-19-covid-combined.csv>

und versuchen, daraus die Zukunft abzuleiten. Mit diesen Daten als Grundlage können wir die unbekannt Parameter abschätzen, indem wir solange an den Zahlenwerten spielen, bis wir eine möglichst gute Übereinstimmung der Simulation mit der realen Entwicklung erreichen (dafür gibt es Optimierungs-Algorithmen, Matlab fminsearch).

Wie Sie an der unteren Abbildung erkennen, beschreibt das Modell die Vergangenheit sehr gut. Die sich daraus ergebene Zukunftsperspektive haben Sie oben gesehen.



Das Modell ist nur eine ganz grobe Vereinfachung und nicht wirklich belastbar. Sicher gibt es viel zu verbessern - wir sind aktuell dabei, die Situation noch besser zu beschreiben und Vorschläge für weitere Interventionsszenarien zu entwickeln. Im Moment bleibt uns nur die Empfehlung „Abstand halten“ um Zeit zu gewinnen. Wer einmal selbst forschen möchte:

<http://gabgoh.github.io/COVID/index.html>

Stand: 21.03.2020

Prof. Dr.-Ing. Klaus-Uwe Gollmer  
Angewandte Informatik, Modellbildung und Simulation  
Hochschule Trier, Umwelt-Campus Birkenfeld  
Postfach 1380  
55761 Birkenfeld  
Tel. +49-6782-17-1223  
Fax. +49-6782-17-1268

```
% Messdaten
% https://raw.githubusercontent.com/datasets/covid-19/master/time-series-19-covid-combined.csv
load germany2003.txt % erste Spalte Infiziert, zweite Spalte Gestorben
dat = germany2003/1000; % Bevölkerung in Tausend
Im = dat(:,1); Rm=dat(:,2); Dm= dat(:,3);
tm = 0:size(Im)-1; % Tage seit erster Infektion

% Simulation (Bevölkerung in Tausend)
x0= [80e6 1 0 0]; % Anfangswerte 80 Mio Einwohner, 1 Infektion
[t, x]=ode15s('dgl_sird',[0 150],x0/1000);
S=x(:,1); I=x(:,2); R=x(:,3);D=x(:,4);
i=find(t<50); % nur die ersten 50 Tage visualisieren

% Plot der Ergebnisse
figure(1);
subplot(2,2,1); plot(tm,Im,'yo',t(i),I(i),'y','LineWidth',1);
xlabel('Tage');title('Infizierte');ylabel('in Tsd');
subplot(2,2,2); plot(tm,Dm*1000,'ro',t(i),D(i)*1000,'r','LineWidth',1);
xlabel('Tage');title('Tote');
subplot(2,2,3); plot(tm,Rm,'go',t(i),R(i),'g','LineWidth',1);
xlabel('Tage');title('Geheilte'); ylabel('in Tsd');
shg

figure(2);
plot(t,S/1000,'b',tm,Im/1000,'oy',t,I/1000,'y-',t,D/1000,'r-',t,R/1000,'g-', 'LineWidth',2);
title('Vorhersage')
xlabel('Tage');
ylabel('Ew (in Mio)');
legend('Gesunde','historische Daten','Infizierte','Tote','Geheilte')

function dx = dgl_sird(t,x)
    % Zustände Bevölkerung
    S=x(1); % Susceptible
    I=x(2); % Infected
    R=x(3); % Recovered
    D=x(4); % Deceased
    % Parameter
    alpha = 2.7481e-6; % aus Parameteridentifikation der ersten 45 Tage
    beta = 0.0019;
    delta = 5.2087e-4;
    gamma = 0;
    % SIRD-Modell
    dS = -alpha*S*I + gamma*R;
    dI = alpha*S*I - beta*I - delta*I;
    dR = beta*I-gamma*R;
    dD = delta*I;
    dx = [dS dI dR dD]';

%https://www.researchgate.net/publication/280141961\_Mathematical\_Modelling\_of\_the\_Transmission\_Dynamics\_of\_Ebola\_Virus
```

