

Aerosolübertragung:

Vergleich der Effektivität von Präventivmaßnahmen

Martin Kriegel

BMG, 19.07.2021



Kenntnis über die Last:

- Wo im Raum tritt sie auf ?
- Wie stark ist die Quelle (Lasteintrag) ?

Schutzziel:

- Wo befinden sich die zu schützenden Personen im Raum ?
- Wie hoch ist das Schutzbedürfnis ?



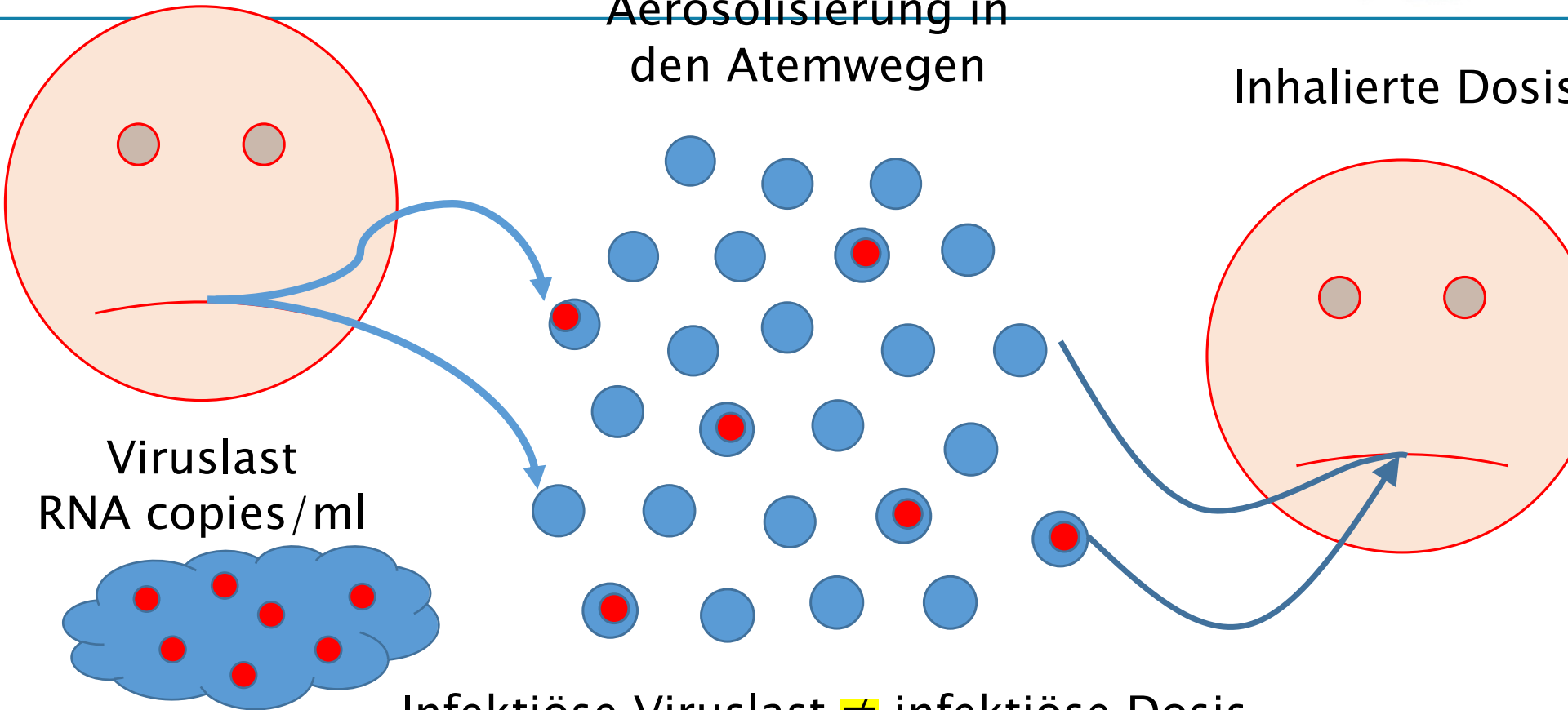
**Wenn bekannt,
dann sicheres
lüftungstechnisches
Schutzkonzept
möglich !**

ABER: Wir kennen weder den Ort der infizierten Person im Raum, noch seine aktuelle Viruslast. Auch ist die Höhe des Aerosolpartikelaustrittes variabel. Der genaue Ort der zu schützenden Personen im Raum ist ebenfalls unbekannt.

Viruslast \rightarrow Partikel \rightarrow Dosis

Aerosolisierung in
den Atemwegen

Inhalierte Dosis



Viruslast
RNA copies/ml

Infektiöse Viruslast \neq infektiöse Dosis
Dose-Response-Modell \rightarrow Infektionswahrscheinlichk

Risikoreduktion

Tragen von Masken:

- Stoffqualität
- Leckage

50 %

Fensterlüften:

- Stark vom Verhalten der Raumnutzenden abhängig
- Anordnung der Fenster
- Wind & Temperaturdifferenz

50 %

Luftfilter:

- Förderleistung, Filtertechnologie
- Dichtsitz Filter
- Aufstellort
- Ausblasrichtung

50 %

Gemeinsam Aufenthaltszeit:

Halbierung der Zeit = 50 %

Annäherung von 2 Seiten:

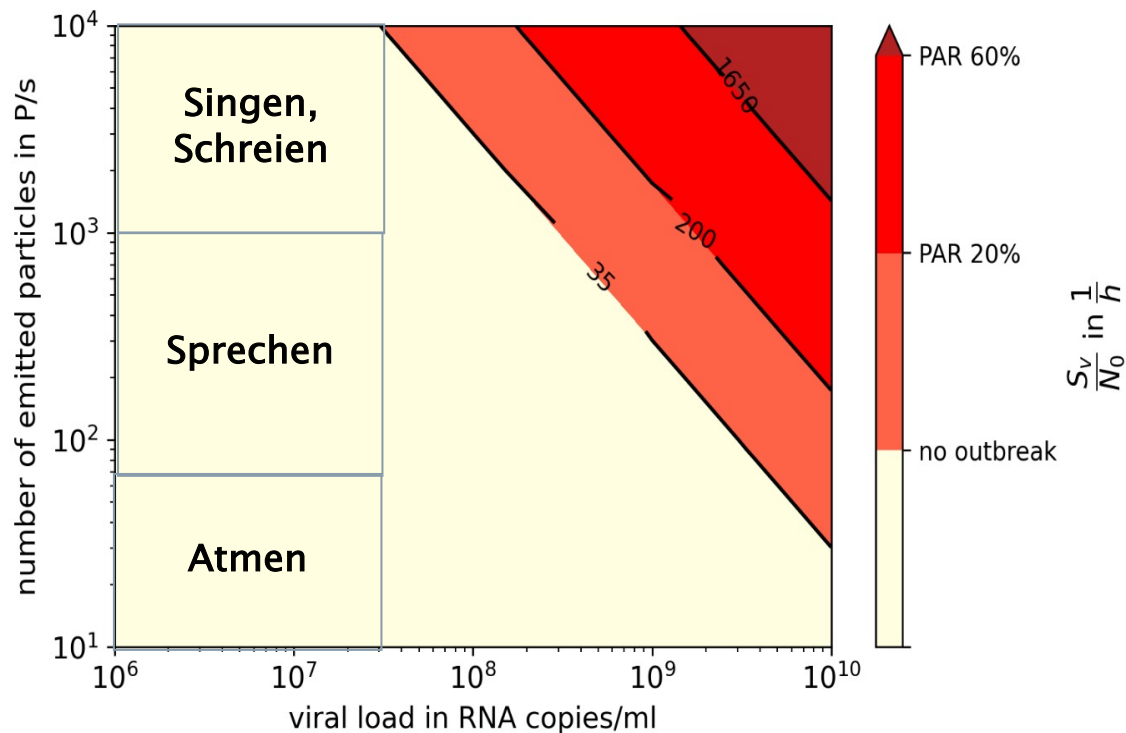
1. Analyse von 25 dokumentierten Ausbrüchen

- Attack-Raten waren zwischen 4 – 89 %
- Schulen, Büros, Meetings, Restaurants, Busfahrten, Chöre
- Retrospektive Bestimmung der Viruslasten der Index-Person

2. Dose-Response-Modell Analyse

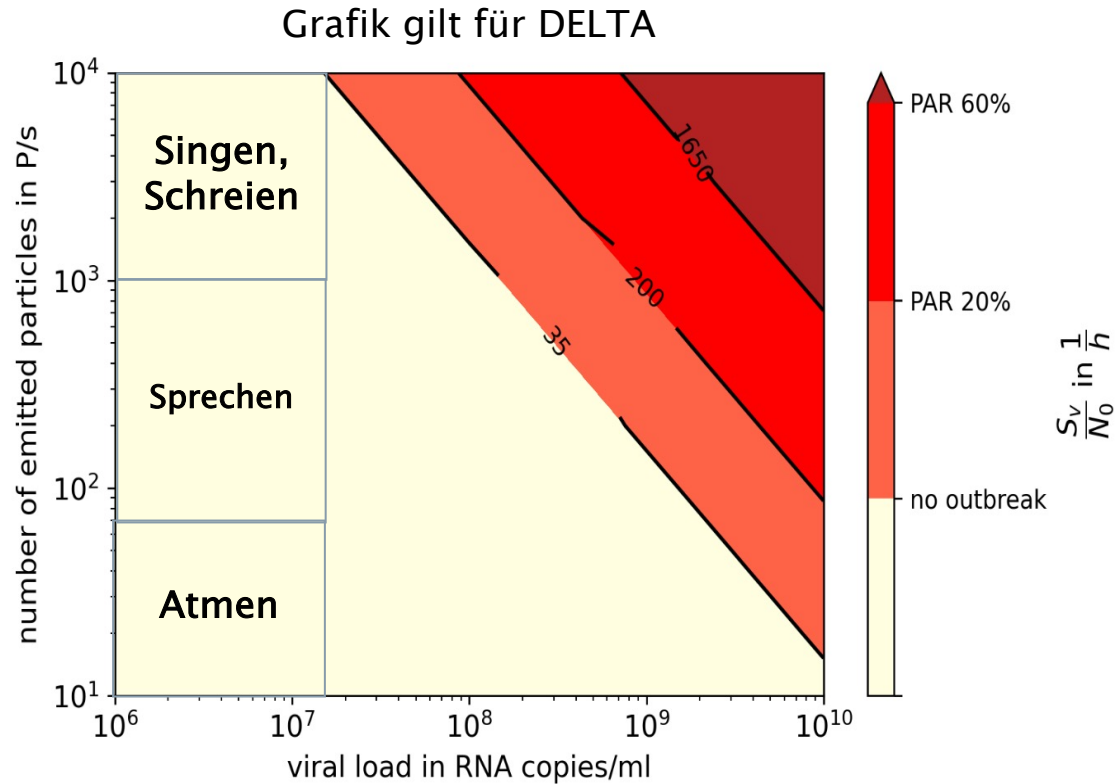
- Parameterstudien zu
 - Viruslasten, erf. Dosis, Aerosolproduktion und Virusmutanten
 - Raumgrößen, Lüftungsraten, Aufenthaltszeiten
 - Tragen von Masken

Grafik gilt für Wildtyp



Annahme
 $N_0 = 100$

Annahme
 $N_0 = 44$



Erkenntnisse aus diesen beiden Ansätzen:

Präventivmaßnahmen zur Verhinderung von Ansteckungen:

Viruslast Maßnahmen

$\leq 10^8$	AHA ausreichend keine besonderen Anforderungen an L
-------------	---

$> 10^8$	Zusätzliche Maßnahmen notwendig:
----------	----------------------------------

- | | |
|-------------|---|
| $\leq 10^9$ | <ul style="list-style-type: none">- Maske- Erhöhte Lüftungsrate- Personenanzahl reduzieren- Aufenthaltszeit reduzieren |
|-------------|---|
-

$> 10^9$	Durch Maßnahmen „nur“ noch Minderung der Ausbruchsstärke möglich
----------	--

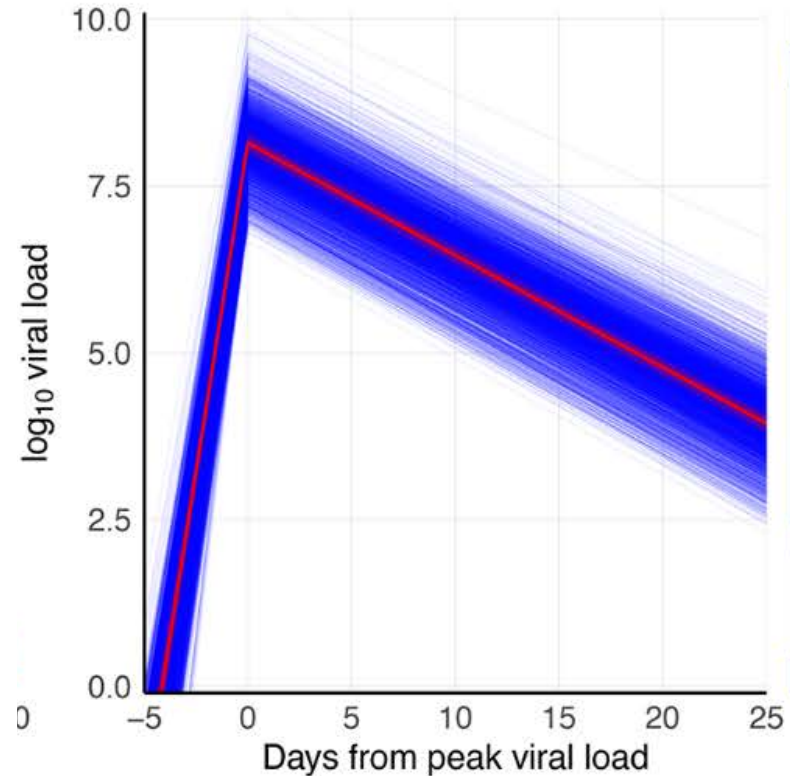
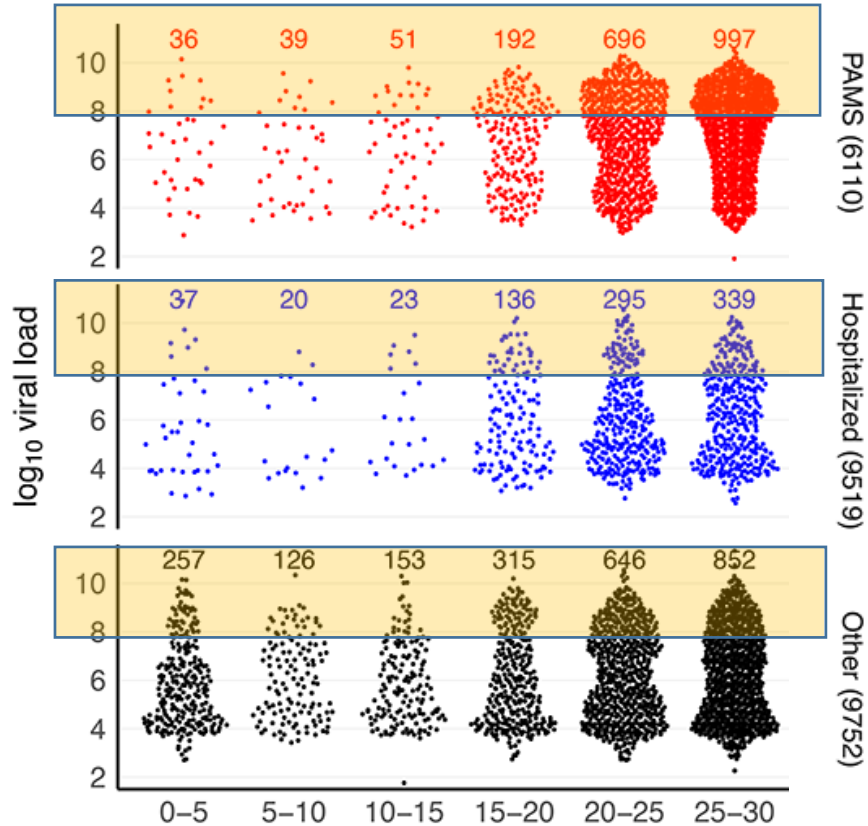
Kein direkter Zusammenhang zw. Viruslast im Sekret/Sputum und aerogener Infektiosität

Antigentests:

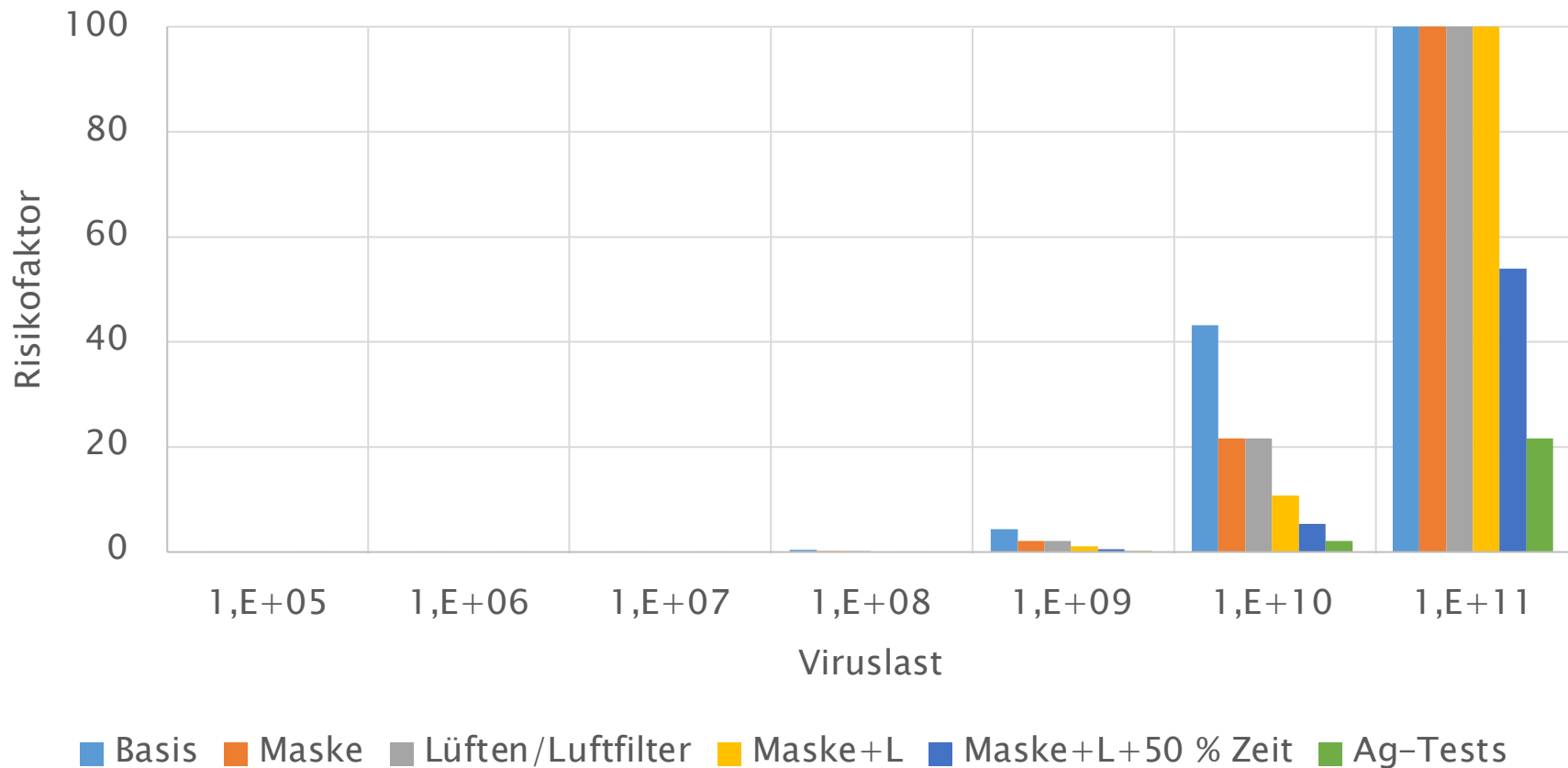
- Qualität des Produkts/Fabrikat
- Probennahme
- Viruslastabhängigkeit

Viruslast	Erfassungsquote
10^5	0 %
10^6	50 %
10^7	75 %
10^8	90 %
10^9	95 %
10^{10}	95 %
10^{11}	95 %

Viruslast & -verlauf



Vergleich der Maßnahmen



Wichtigste Maßnahme: Die infektiöse Quelle gar nicht erst in den Raum lassen (Ursachenbekämpfung) !

- Impfen **Verhinderung von Personen mit hohe Viruslasten**
- Testen

Wenn die Quelle erst einmal im Raum ist, dann wird es umso schwerer, das Umfeld zu schützen !

- Maske tragen
- Lüftung **Risiko ist indirekt über CO₂ messbar**
- Aufenthaltsdauer

Die Viruslast ist die dominante Größe bei Übertragungen.

Aussagen zur *Testsensitivität über alle Viruslasten* sind *wenig aussagekräftig* über Wirkung als Präventivmaßnahme.

Die *Ursachenbekämpfung* sollte *oberste Priorität* haben – noch vor dem Schutz des Umfeldes. Deshalb:

- Impfen (auch zur Reduktion der Viruslast)
- *Tägliches Testen* (nur alle 2 Tage testen == 50 % geimpft)
- AHA+L Regeln beibehalten
- Gute Luftqualität ist *Basishygienemaßnahme* (CO₂ Monitoring)
- Effektivität von Luftfiltereinsatz nicht messbar im Praxiseinsatz

Impfen

Testen

Messen (Indoor Air Quality)

AHA+L

Aufenthaltsdauer

$$R_S \sim \text{Viruslast} \cdot \frac{\text{Aufenthaltszeit}}{\text{Lüftungsrate pro Person}} \cdot \text{Maskeneffizienz} \cdot \text{Atemvolumenstrom}$$

R_S : situationsbedingter R-Wert (Anzahl der sich ansteckenden Personen im Raum)

Kategorisieren von typischen Räumlichkeiten + Maßnahmen



Vielen Dank für die
Aufmerksamkeit !
Welche Fragen haben Sie ?

https://blogs.tu-berlin.de/hri_sars-cov-2/

Univ. Prof. Dr.-Ing. Martin Kriegel

kontakt@tu-berlin.de

www.hri.tu-berlin.de

