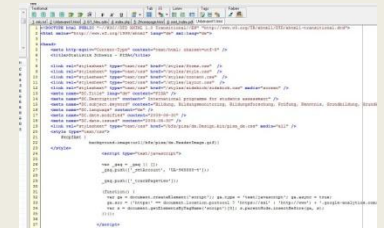
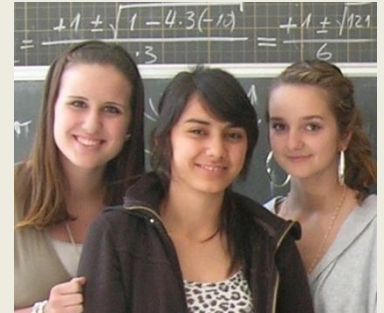


MINT in Schweizer Gymnasien: Ergebnisse und Erkenntnisse von MUPET



KGU, Bern, 1. Dezember 2015

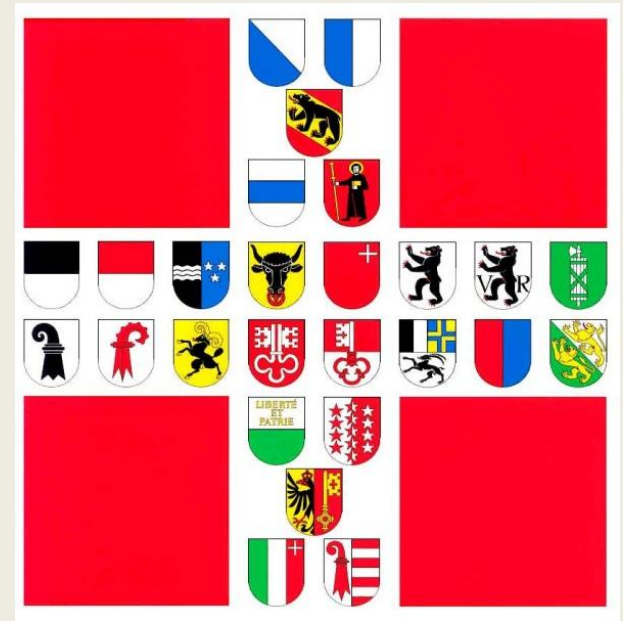
Hans Peter Dreyer

Departement Mathematik, ETH Zürich

& Kantonsschule, Wattwil

MINT-Initiative:

- - Kantone und Bund,
- Gymnasien und Hochschulen,
- Schulleitungen und Lehrpersonen,
- Verwaltung und Wirtschaft



müssen der MINT-Problematik das gleiche Gewicht wie den **Sprachenfragen** geben und gemeinsam **eine MINT-Initiative für den Gymnasialbereich** planen und durchführen.

- **Lobbying bei der KGU** könnte besonders nützlich sein!

In der besten
aller Welten ...



Schock 2 = SATW 1984:

Geringe Interessen der Maturand/innen für Mathematik & Physik

„Fachaffinität“ zwischen 5 = gern und 1 = ungern; N = 1700;
altes Maturitätsreglement MAV

	alle	weiblich	Technikerwähler
Englisch	3.7	3.9	3.4
Biologie	4.0	4.2	3.8
Mathematik	3.3	3.2	4.1
Chemie	3.2	3.3	3.6
Physik	3.0	2.6	3.8

Schock 3 = EVAMAR II (2008):

Die Mathematik-Leistungen vor der Matur
sind in grossem Umfang ungenügend!

Mehr als 40% der schriftlichen Mathematik-
Maturprüfungen werden von den eigenen
Lehrkräften **als ungenügend taxiert.**

=> Fehler im System!

KGU Bern



1. Motivation

2. MINT

MINT -Fächer im Gymnasium

MINT -Problemfelder, die diskutiert werden

MINT -Problemfeld, zu dem man schweigt

3. MUPET

4. Mögliche Massnahmen

5. Mangelhafte Machbarkeit

MINT - Fächer im Gymnasium

- **Mathematik** => *zentral - geht bei Diskussionen oft vergessen*
- **Informatik** => *nur Ergänzungswahlfach - hat Sprengkraft*
- **Naturwissenschaften** ⇔ breites Spektrum
 - Physik** => *unbeliebtestes Fach - grösste Genderproblematik*
 - Chemie** => *ähnlich wie Physik*
 - Biologie** => *mit Englisch das beliebteste Fach*
 - Geografie** => *naturwissenschaftl. Teile beliebt: Astronomie, Geowissenschaften*
- **Technik** => *im Gymnasium am Rand*
noch unbedeutender als Wirtschaft

MINT – Problemfelder, die diskutiert werden

1) Der Mangel an **MINT-Fachkräften**

=> **Wirtschaft, Politiker/innen...**

betrifft die sogenannten "harten" MINT-Richtungen Mathematik, Informatik, Physik, Chemie, Elektrotechnik, Maschinenbau usw. aber nicht Biologie, Agronomie usw.

2) Die unsicheren **MINT-Fach-Kompetenzen**

=> **HS-Dozierende, Gymnasial-Lehrkräfte, Departemente, EDK ...**

der Studienanfängerinnen und -anfänger sind oft ein Problem auch für andere Richtungen mit quantitativer Methodik wie Medizin, Wirtschaftswissenschaften usw.

MINT – Problemfeld, zu dem man schweigt

Plakativ: MINT-Bildung ist nicht Teil „der“ Kultur!

Mein neuestes Beispiel in ARD-Alpha = Bildungskanal: 12. 11. 2015

Moderatorin live zu 2000 Schülerinnen und Schülern:

*„Der Komponist Ligeti wollte ursprünglich Mathematik und Physik studieren.
Wer kann das nachvollziehen? – Keiner – Habe ich gedacht!“*

Die Einstellung zwischen Desinteresse und Abneigung

- ist kein Thema für Medien, Politiker, Lehrkräfte usw.
- wirkt sich ungünstig aufs MINT-Unterrichtsklima aus,
- wirkt sich ungünstig auf die MINT-Studienwahl aus,
- perpetuiert sich über das Erziehungswesen.

KGU Bern



1. Motivation

2. MINT

3. MUPET

- Umfang und Zuverlässigkeit
- Beispiele offener Antworten
- einige quantitative Resultate
- Heterogenität der Interessen: MINT-Index

4. Mögliche Massnahmen

5. Mangelhafte Machbarkeit

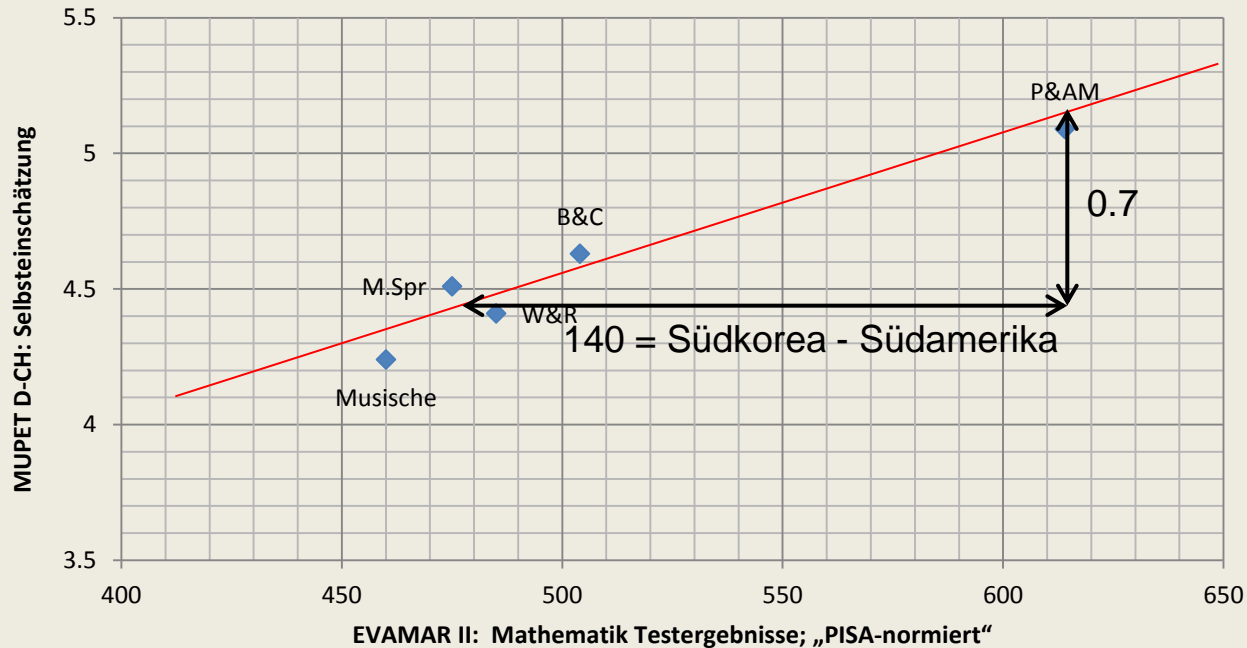
Zur MUPET-Studie 2011 bis 2014

- Mathematik- und Physikentwicklung im Gymnasium inkl. Technik
- Online-Befragungen; Initiative von HPD; unterstützt von ETH & KSW
- Themen: Wahlverhalten im Gymnasium und fürs Studium, Interessen, Unterrichtselemente in Mathematik und Physik, Einstellungen zu Informatik und Technik, Genderfragen usw. usw.
- Schulen & Lernende machten **freiwillig** mit! Grundgesamtheit = 18'000
Pilotphase 2011/2012: 9.(10.) Sj: N = 2500 und 12.(13.) Sj. N = 280
Hauptphase 2013: 9.(10.) Sj: N = 4000 und 12.(13.) Sj. N = 2000
ganze CH, Geschlechteranteile korrekt, SP-Anteile meist korrekt
- **Anfangsbefragung:** für Gymnasiast/innen **repräsentativ**
- **Schlussbefragung:** für Maturand/innen **ausreichend zuverlässig**

Mathematik-Leistungen von Maturandinnen und Maturanden

waagrecht = EVAMAR II-Testergebnisse

senkrecht = MUPET-Selbsteinschätzung



Die Maturandinnen und Maturanden wissen, was sie können.

Die MUPET-Ergebnisse sind zuverlässig.

Es gibt zwei Mathematik-Welten!

Qualitative Ergebnisse aus MUPET

- „**Es ist spannend**, gewisse Beweise zu **verstehen** und zu sehen, dass diese immer funktionieren.“
(Gymnasiastin, moderne Sprache)
- „Ich kann mir immer sehr **schwer vorstellen**, das im [Mathematik]-Unterricht Gelernte, in meiner Zukunft als erwachsene Person **je einmal wieder zu brauchen**.“
(Gymnasiastin, moderne Sprache)
- „Der Zeitdruck im Mathematik-und Physikunterricht an Gymnasien ist definitiv viel zu hoch. Solche, welchen diese Fächern nicht liegen, sich aber grundsätzlich dafür interessieren, wird die ganze **Motivation und der Spass daran genommen**, da man dem Unterricht überhaupt nicht folgen kann und ständig schlechte Noten kriegt.“
(Maturandin, Wirtschaft & Recht)

Mehr qualitative Ergebnisse aus MUPET

- **Gender:**

«Pensez-vous que nous devrions encourager les femmes dans tel ou tel domaine? Hello! on se réveille !!! c'est fini cette époque-là.»

(Maturand, mod. Sprachen)

- **Lehrer/innen sind zentral:**

„Il problema non sono le materie e i loro argomenti, ma i DOCENTI!!“

(Gymnasiastin, Wirtschaft & Recht)

- **Mangel an qualifizierten Lehrpersonen:**

„Bei unserer jetzigen [Mathematik-]Lehrperson, **der etwa sechsten seit knapp vier Jahren**, schätze ich besonders (...).“

(Maturandin, mod. Sprache)

- **Die Lehr-/Lernmittelsituation ist verbesserungsbedürftig:**

„Je propose un livre de théorie en complément avec des exercices supplémentaires, qui permettrait de voir la théorie sous un autre angle (...) Un site internet au niveau fédérale ou cantonale qui propose des animations etc et des exercices ludiques est aussi une bonne chose.“

(Gymnasiastin, Wirtschaft & Recht)

Quantitative Ergebnisse aus MUPET

- Der **Schwerpunkt** wird überwiegend (62% klar, 31% eher) aus Fachinteresse und seltener (19% klar, 32% eher) im Hinblick aufs Studium gewählt.
- Gäbe es einen SP **Technologie und Informatik**, hätte ihn 1/3 der Maturand/innen, die jetzt in P&AM sind, und **7% aller anderen** gewählt.
- Nur etwa **5%** der Gymnasiast**innen** ziehen ein **MINT-Studium** in Betracht. Nur **5%** der Maturand**innen** planen ein **MINT-Studium**. Ein „hartes“ **Ingenieurstudium** wird nur von **1%** ins Auge gefasst.
- Nur etwa **4%** der Maturand/innen aus den nichtnaturwiss. SP besuchen das **Ergänzungsfach AM oder Physik**. Rund **10%** aller Maturand/innen besuchen das **Ergänzungsfach Informatik**.

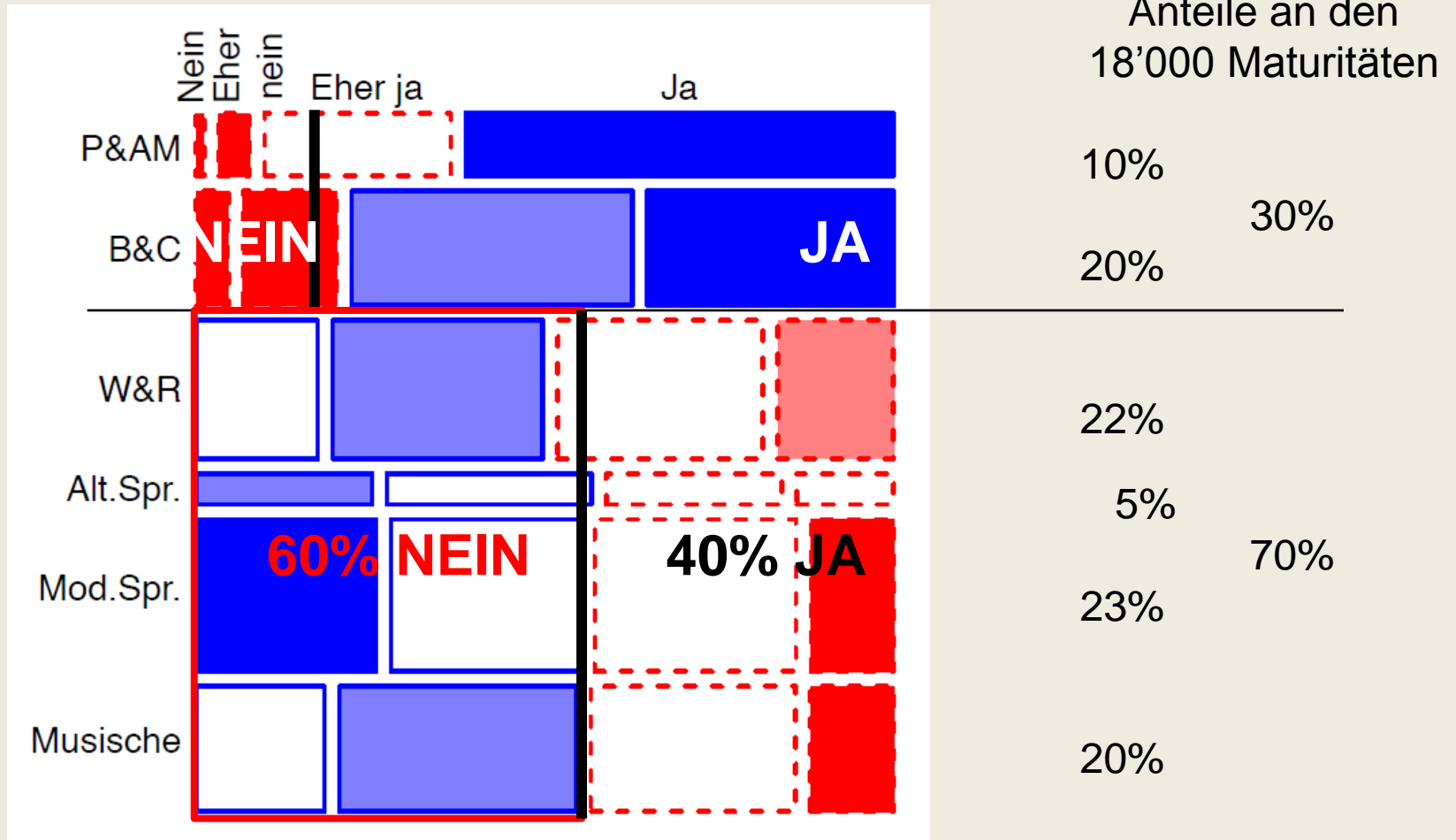
Interessen von Gymnasiastinnen und Gymnasiasten im 9. Sj. MUPET / im 10. Sj. EVAMAR I

Selbst deklarierte Interessen zwischen 5 = hoch und 1 = niedrig;
MUPET 2012: N = 4000 EVAMAR I 2005: N = 2900

Fach	alle	nur Mädchen	nur Knaben
Englisch	3.9/4.2	4.0	3.8
Biologie	3.5/3.7	3.5	3.4
Mathematik	3.1/3.3	3.0	3.3
Chemie	3.2/3.3	3.1	3.4
Physik	2.9/2.9	2.6	3.3

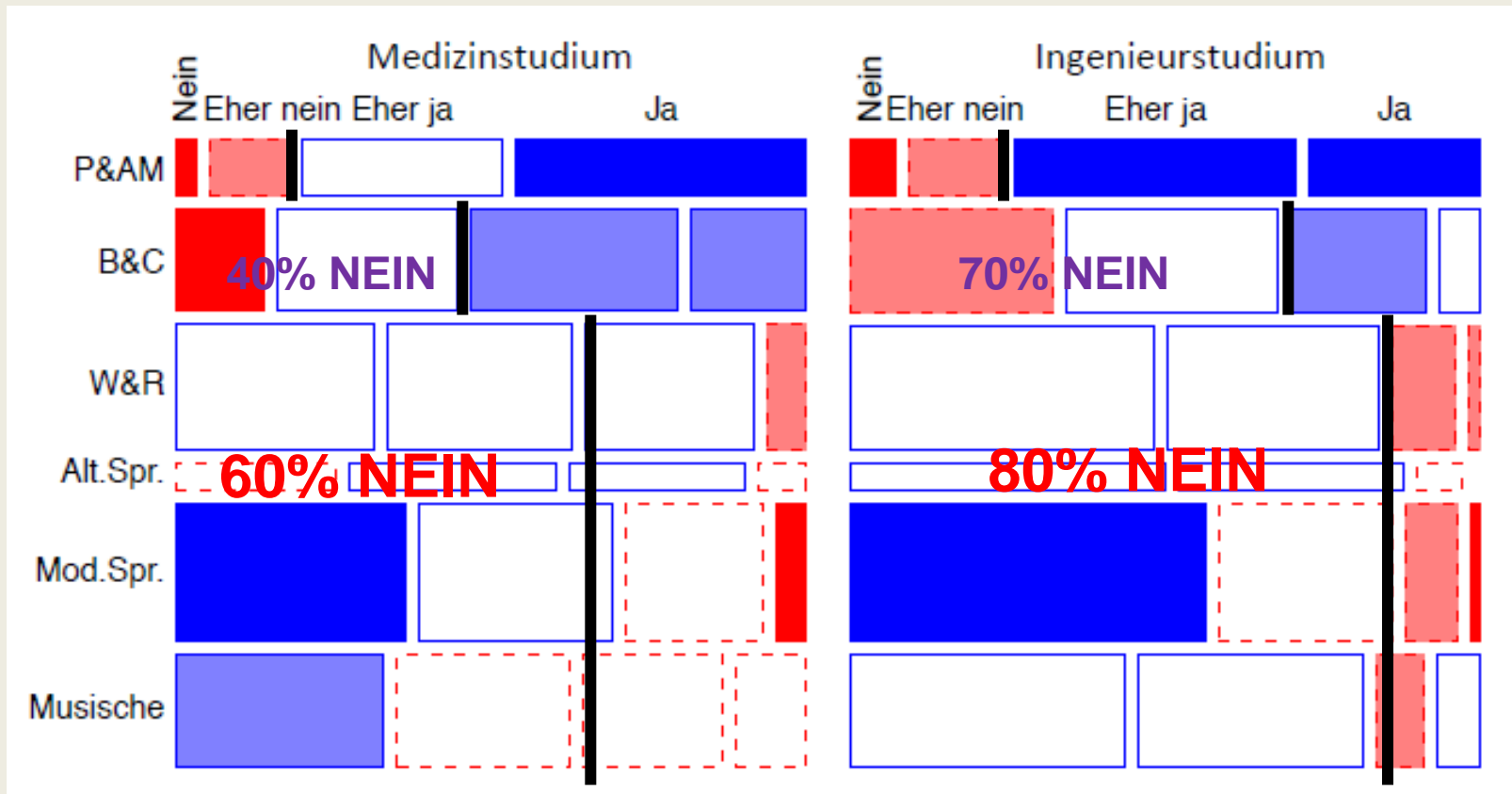
Eingeschränkte Studierfähigkeit für Chemie

„Fühle ich mich vom **Mathematik**unterricht ausreichend vorbereitet für ein Chemiestudium?“



Eingeschränkte Studierfähigkeit für Medizin

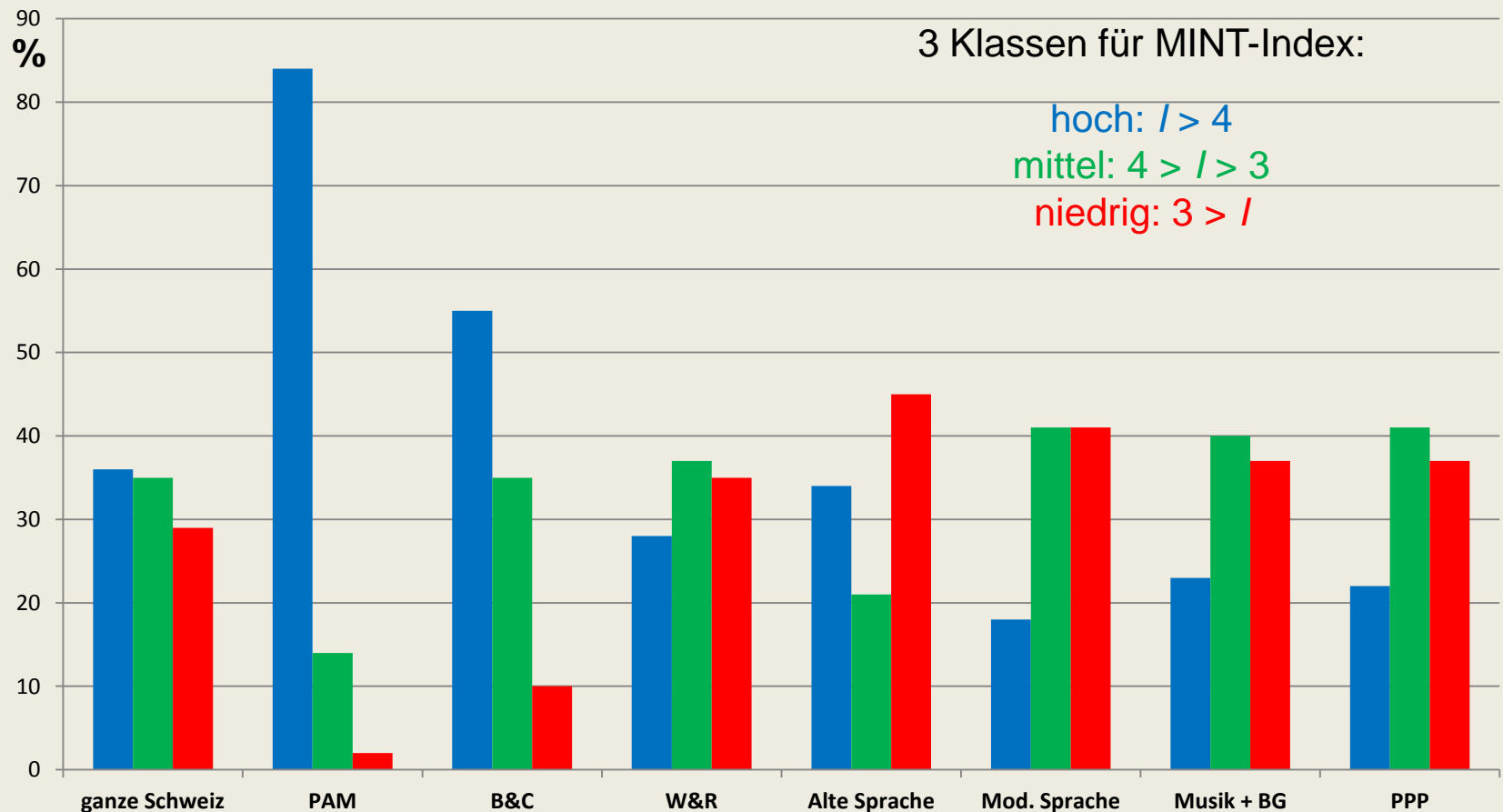
„Fühle ich mich vom **Physik**unterricht ausreichend vorbereitet für ein **Medizinstudium**?“



Heterogenität der Interessen zu Beginn des Gymnasiums

Definition: MINT-Index $I =$

arithm. Mittel der Fachinteressen für Chemie, Physik und Mathematik (doppelt gewichtet)



Pilotbefragung in der ganzen Schweiz; 9. Schuljahr, vereinzelt 10. Sj.; $N = 2500$

KGU Bern

1. Motivation

2. MINT

3. MUPET

4. Mögliche Massnahmen

für mehr MINT-Studierende

für mehr MINT-Frauen

zur Physik

zur Informatik

zur Mathematik

5. Mangelhafte Machbarkeit



Massnahmen: Für mehr MINTh-Studierende

MUPET-Daten:

- Am meisten MINTh-Studienanfänger kommen aus dem Schwerpunkt P&AM. Er wird nur von 10% belegt und hat nur einen Frauenanteil von 25%.
- Gäbe es einen SP *Technologie und Informatik*, hätte ihn 1/3 der Maturand/innen, die jetzt in P&AM sind, gewählt.
- Rund 10% aller Maturand/innen besuchen das Ergänzungsfach **Informatik**.

Mögliche Massnahme:

Der Schwerpunkt P&AM ist zu ersetzen durch einen attraktiveren, neu konzipierten Schwerpunkt *Mathematik-Physik-Informatik MPI*.

Massnahmen: Für mehr MINT-Frauen

MUPET-Daten:

- 2/3 aller Gymnasiastinnen glauben, dass ihre Kolleg/innen keine positive Einstellung zu Mathematik und Physik haben.
- Sexismus-Vorwurf: „Weshalb wird hier so grosse Rücksicht auf Mädchen genommen?! Ich finde das daneben. Mädchen sind genauso begabt wie Jungen und brauchen überhaupt keine spezielle Unterstützung!!“ (Gymnasiastin, mod. Sprachen)
- 60% in der Zielgruppe „MINT-erwägenden Mädchen“ finden, sie müssten besonders ermutigt werden.

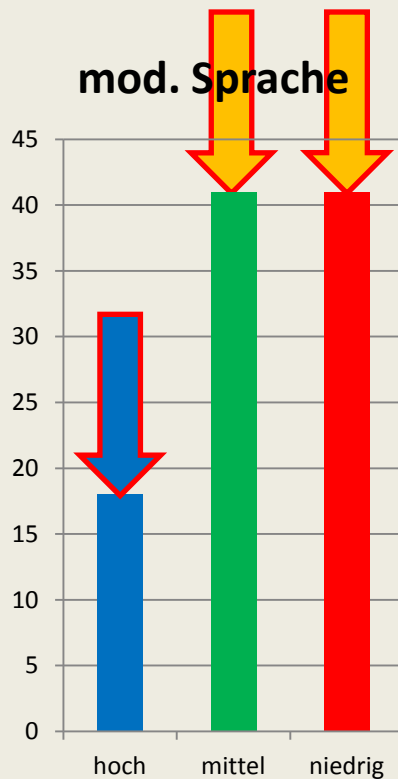
Mögliche Massnahme:

In jedem Gymnasium steht ein MINT-Coach – idealerweise eine speziell ausgebildete MINT-Lehrerin - für interessierte und fähige Mädchen und Frauen zur Verfügung.

Pilotversuch mit Geld einer Consultingfirma ist 2015 nicht zustande gekommen.

Massnahmen zur Physik:

- sicherere Physik-Kompetenzen der Studienanfänger
- mehr physikalische Allgemeinbildung für mehr Interesse



MINT-Kurs nach dem Modell des kleinen Latinums einrichten. Damit können Interessierte in den nichtnaturwissenschaftlichen Schwerpunkten die de facto für ein MINT-Studium nötigen Kompetenzen, namentlich in quantitativer, systematischer Physik **und Chemie**, erwerben.

Im Grundlagenfach Physik auf **physikalische Allgemeinbildung** mit Einbezug von Elementen einer technischen Allgemeinbildung fokussieren.

Massnahmen zur Informatik:

- Von MUPET wenig Neues!
- Rolle der Informatik für die Allgemeinbildung klären.
- Informatik im Grundlagenkanon integrieren.

- Das IT-Anwenderkönnen ist ausreichend.
- Verständnis für Möglichkeiten und Grenzen der Informatik ist ein wichtiger Teil einer modernen Allgemeinbildung.
- Es gibt strukturelle und historische Berührungspunkte zwischen der eigentlichen Informatik und der Mathematik =>
- **Kein zusätzliches GLF Informatik** sondern Ausbau des Mathematikunterrichts.
Zusatzzeit aus Fremdsprachen- und/oder Ergänzungsfachbereich.

Massnahmen: zur Mathematik ↔ Schock 3

Mehr als 40% der schriftlichen Mathematik-Maturprüfungen werden von den eigenen Lehrkräften als ungenügend taxiert.

(Mit mündlich und Erfahrungsnote nur noch ca. 20% ungenügende Schlussnote.)

Verbreiteter Reflex: Notenschraube anziehen!

MUPET verlangt differenzierte Vermutungen und differenzierte Massnahmen

- ¼ sind faul => Notenschraube anziehen => Zwang
- ¼ sind unfähig => Selektion verbessern => Zwang
- ½ sind willig => Lehr-/Lernangebot verbessern => Förderung

MUPET-Maturand/innen zur Mathematik

	N	davon UG *%	weiblich *%	kein Interesse *%	wenig Zutrauen *%	„faul“ *%	Mehrarb. wenn x2 NEIN *%	G&UG „faul“ %	Mehrarb. wenn x2 (eher)JA %
CH	2000	19	69	48	68	31	71	**12	**24

Massnahmen: zur Mathematik ⇔ Schock 3

Mehr als 40% der schriftlichen Mathematik-Maturprüfungen werden von den eigenen Lehrkräften als ungenügend taxiert.

⇔ System, das 200 Mio. CHF p. a. kostet, produziert 40% Ausschuss!

Mehr Zwang?

- Weniger Kompensationsmöglichkeiten im **Aufnahmeverfahren**.
- **Höhere Gewichtung** von Erstsprache und Mathematik in der Matur und/oder in den Promotionsordnungen.
- Standardisierte und/oder zentralisierte **Test von Grundkompetenzen**.
- Präzisierung der Lehrpläne durch die Eberle/EDK-Listen zur **basalen fachlichen Studierfähigkeit** usw.

Voraussetzungen aus Sek I: scheinen gut

PISA 2012 9th grade: Mathematics – Reading – Science

	Mathematics				Reading		Science	
	Mean score in PISA 2012	Share of low achievers in mathematics (Below Level 2)	Share of top performers in mathematics (Level 5 or 6)	Annualised change in score points	Mean score in PISA 2012	Annualised change in score points	Mean score in PISA 2012	Annualised change in score points
OECD average	494	23.1	12.6	-0.3	496	0.3	501	0.5
Shanghai-China	613	3.8	55.4	4.2	570	4.6	580	1.8
Singapore	573	8.3	40.0	3.8	542	5.4	551	3.3
Hong Kong-China	561	8.5	33.7	1.3	545	2.3	555	2.1
Chinese Taipei	560	12.8	37.2	1.7	523	4.5	523	-1.5
Korea	554	9.1	30.9	1.1	536	0.9	538	2.6
Macao-China	538	10.8	24.3	1.0	509	0.8	521	1.6
Japan	536	11.1	23.7	0.4	538	1.5	547	2.6
Liechtenstein	535	14.1	24.8	0.3	516	1.3	525	0.4
Switzerland	531	12.4	21.4	0.6	509	1.0	515	0.6
Netherlands	523	14.8	19.3	-1.6	511	-0.1	522	-0.5
Estonia	521	10.5	14.6	0.9	516	2.4	541	1.5
Finland	519	12.3	15.3	-2.8	524	-1.7	545	-3.0
Canada	518	13.8	16.4	-1.4	523	-0.9	525	-1.5
Iceland	518	14.4	12.7	3.2	518	3.8	512	4.2

Süd-Korea

Switzerland
Finland

Mathematik Schweiz: Nicht nur die 21% Besten kommen ins Gymnasium.

Naturwissenschaften sind weniger erfreulich:

Science Switzerland: 515

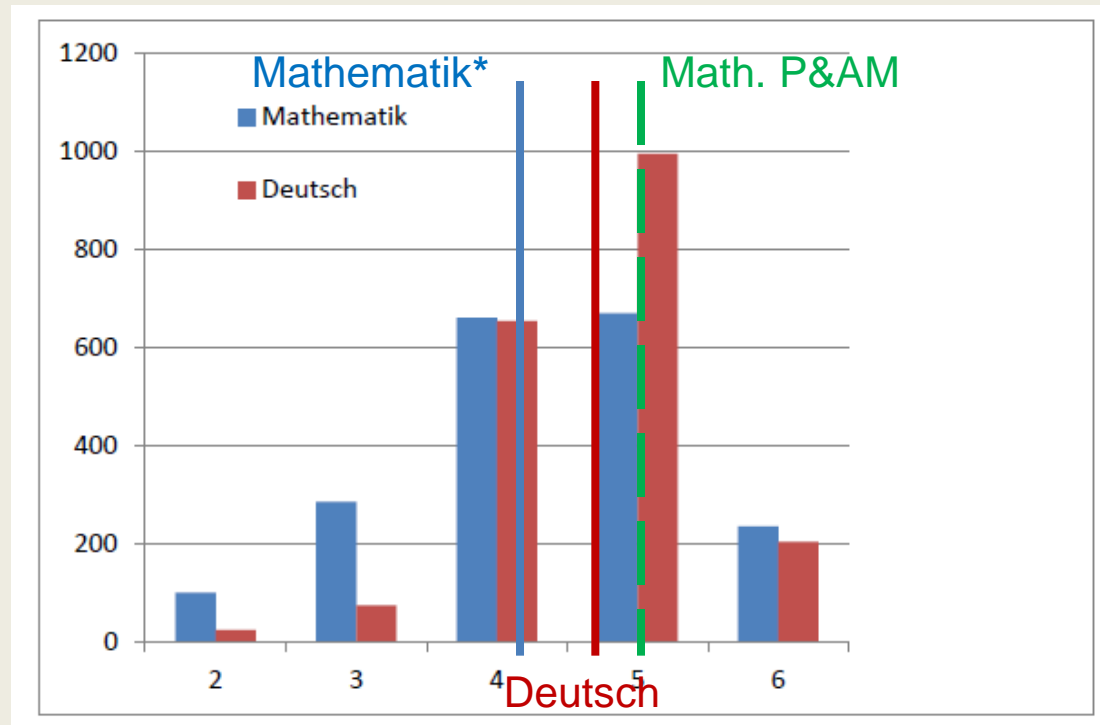
Science Finland: 545

Südamerika

415

Mathematik-Leistungstreuung zu Beginn des Gymnasiums

MUPET Deutschschweiz, 9.Schuljahr, Selbsteinschätzung, P&AM gesondert*



Selbst eingeschätzte Leistungen zu Beginn des Gymnasiums:

Durchschnitte: **Deutsch** = 4.7, **Mathematik*** = 4.2, **Math. P&AM** = 5.0

Mathematik streut viel stärker als **Deutsch**

Befund:

Es gibt schon zu Beginn klar zwei Leistungsniveaux!

Spekulation:

Mathematik* = 20%Talente(5.5) + 50%Gewöhnliche(4.5) + 30%Problemfälle(3.0)

Förderung bringt mehr als Zwangsmassnahmen!

Wichtigste Massnahme: Mathematik auf Niveau 2 (= P&AM-Niveau) überall für **alle Schwerpunkte anbieten.**

- * Bessere Absprache mit Sek. I und Angleichung der Übertrittsbedingungen.
- Systematische Diagnose und Förderung im 9. Schuljahr.

- * Mehr Statistik auf Kosten von Analysis und Vektorgeometrie.
- * Mehr echte Anwendungen.
- * Mehr «mathematical literacy».

- * Inhalt und Vorbereitungsphase der Mathematik-Maturprüfungen verbessern.

- Mathematik Anschlusskurse an Hochschulen anbieten.

- * **Bessere Lehr-/Lernmittelsituation hilft!**

MUPET zur Unterrichtsgestaltung in Mathematik

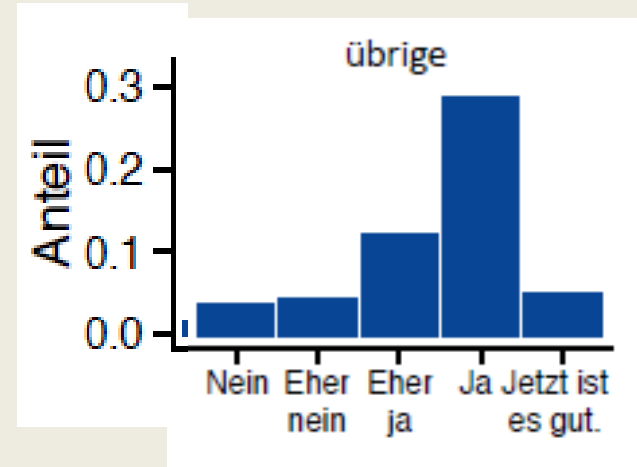
Mathematik Lehrmittel und Methoden	praktisch nie	selten	häufig	fast immer
Lehrperson entwickelt Theorie	3%	9%	32%	55%
Benutzung Theoriebuch	45%	23%	18%	14%
Skript der Lehrperson	20%	20%	26%	34%

- **Forschungsergebnisse aus Deutschland:** Der Unterricht von Junglehrern wird primär bestimmt durch die eigene Schulerfahrung und sekundär durch die Lehrmittel. Der Einfluss der Lehrerausbildung und der Lehrpläne ist gering.
- **Einschätzung für die Schweiz:** Der Rahmenlehrplan hat keinen Einfluss, die übrigen einen nur geringen. Am wichtigsten sind die „geheimen Lehrpläne“ der lokalen Tradition.
- **Mathematik-Lehrmittel = Aufgabensammlungen:** Was es gibt, ist unattraktiv, nicht allgemeinbildend und bietet zu wenig echte Anwendungen.

Mehr echte Anwendungen!

MUPET-Item: „*In Mathematik wäre mein **Interesse** (noch) grösser, wenn der **Nutzen des Stoffs** für mich klarer ersichtlicher wäre.*“
„Nutzen“ = „sinnstiftender Zusammenhang“

„übrige“ = in Nichtnaturwiss.-Schwerpunkt
und ohne MINT-Studienabsichten
insgesamt etwa **50%** von allen



Mehr Selbstvertrauen!

MUPET-Rang**korrelationen:**

Mathematik:	(Maturand/innen, alle) Interesse & Leistung:	0.60
	(Maturand/innen, alle) Leistung & Zutrauen:	0.67
Physik:	(Maturand/innen, alle) Interesse & Leistung:	0.50
	(Maturand/innen, nur MINT)	0.47

Bilanz der Massnahmen zur Mathematik

Wird die Mathematik zum Latein des 21. Jahrhunderts?

JA:

Auch Mathematik ist nicht mehr selbstverständlich Teil des Kanons einer Gymnasialschülerschaft, die vermehrt aus bildungsfernen Schichten stammt.

und NEIN:

Mathematik ist keine tote Sprache, sondern die Kommunikationssprache der modernen Wissenschaft.

ABER:

Die Gymnasial-Mathematik – d.h. insbesondere die Lehrkräfte! – könnte von den Veränderungen im Lateinunterricht lernen.

UND:

Die Gymnasial-Mathematik müsste vom Erfolg des Englischunterrichts lernen!

KGU Bern



1. Motivation
2. MINT
3. MUPET
4. Mögliche Massnahmen
5. **Mangelhafte Machbarkeit**
 - Mathematik-Lehr-/Lernmittel
 - Es geht um mehr

Modell-Lehrgang => Mathematik-Lernplattform

- **Public-private-partnership** für meinen Traum „**MMOOMIC**“
 - **modellhaft**, ein die Gymnasial**mathematik** **konsistent** darlegender **Kurs**
 - **modular**, **offline** als schlanke **Hefte**, mit Musterbeispielen
 - **online** mit Trainings- und Zusatzaufgaben, Lösungen, Muster-Klausuren ...
 - Anregungen für Lehrpersonen, Redaktionsteam **offen** für Best-Practice
- **Nötig: Trägerschaftsorganisation** mit Geldgebern, EDK, KSGR, VSG, DMK ...
Stabile **Anbindung** des Projekts, z. B. an ETH-Z
Pilot-Projekt-Kontakte: KSGR, Arbeitgeberverband, D-EDK, GS-EDK, SMAK
- **Es gibt Ängste bei der Lehrerschaft**
VSMP-Vorstand hat Angst vor Obligatorium und opponiert, weil er
 - „das noble Prinzip der Lehrfreiheit“ bedroht sieht, und
 - es ausserdem Probleme mit den unterschiedlichen Kulturen gebe.
- **Übernimmt, wer **auf Freiheit resp. dem Status quo beharrt**, auch **die Verantwortung?****

Es geht um viel!

- Es geht nicht „nur“ um MINT-Fachkräfte und MINT-Studierfähigkeit, sondern **mittelfristig** um die **Zukunft des Gymnasiums**:
 - Bleibt das Privileg des prüfungsfreien Hochschulzugangs?
 - Ist die gymnasiale Bildung aktuell noch eine „allgemeine“?
 - Wird es zugänglich für alle Gesellschaftsschichten und „im Land der Berufsbildung“ in Zukunft ausreichend finanziert?
- Die **Lernplattform Mathematik** ist nur ein Element unter vielen.

Ideal wäre, wenn die **KGU** als Vertreterin vieler Stakeholder den Lead übernehmen könnte.



Herzlichen Dank

für Ihre Aufmerksamkeit und
Ihr Interesse an der MINT-

Situation im Gymnasium

Dokumentation:

www.math.ch/mupet

Dank an die ETHZ

KGU Bern, Dezember 2015

und die KS Wattwil!