

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Hans Wussing

Karl Friedrich Gauss (K dvoustému výročí narození)

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 22 (1977), No. 4, 195--204

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/138144>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1977

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

Karl Friedrich Gauss

(K dvoustému výročí narození)

*Hans Wussing, Lipsko**)

I.

Již současníci propůjčili Gaussovi čestné přívěsko „*Mathematicorum princeps*“ – kníže matematiků. Jeho vědecké životní dílo bylo považováno již v polovině 19. století za symbol myšlenkové hloubky, pronikavé matematické síly a přírodovědecky badatelského ducha.

Gauss zemřel 23. února 1855. Již rok po jeho smrti mu byla jeho přítelem – göttingenským profesorem mineralogie a geologie SARTORIEM VON WALTERHAUSENEM (1809 až 1876) – věnována první biografie *Gauss zum Gedächtnis*. Zde se např. praví¹⁾: „Gauss byl člověk železného charakteru, který uměl ocenit jen silné povahy; všechna nestálost, nerozhodnost v životních cílech, všechna polovičitost tolika lidí mu byla veskrze protivná. Jeho vlastní, všem ostatním záměrům čelící životní plán tkvěl ve ztělesnění jeho velkých vědeckých ideí, ve vytrvalém snažení dovést exaktní vědy 19. století k novému rozkvětu, k nové dokonalosti. Zatímco každý jiný smysl existence se mu zdál podřadný, sledoval svůj cíl s nepopsatelnou energií. Při prosazování této velké úlohy byl podněcován takovou usilovností vůle a činorodosti, jaká by se v této podobě jen velice zřídka mohla přisoudit smrtelníku; mohl proto zvládnout v poměrně krátké době skutečně herkulovské dílo. Vnitřní vazby těchto zvláštních nadání spolu s božským geniem a téměř až do posledních let pevným zdravím přinesly onu obdivuhodnou tvorbu, již naše století uznalo a která bude budoucností vděčně uctívána.“

V těchto řádcích napsaných ještě bezprostředně pod dojmem živoucího Gausse je vyjádřen téměř bezmezný obdiv k jeho vědeckým výsledkům, stejně jako nepřímý i pocit nepřeklenutelnosti odstupu obyčejného člověka od Gausse kralujícího na Olympu věd.

Už v době života provázela Gausse pověst, že objevil mnohem více, než uveřejnil, věren svému heslu „*Pauca sed matura*“ (málo avšak dokonale). Pozdější bádání v pozůstalosti a zvláště opětné nalezení jeho matematického deníku potvrdila tento dojem a přiblížila obraz matematika, který téměř ve všech oblastech tehdejší matematiky vytvořil epochální a fundamentální výsledky, a přírodovědce, který trvale a podstatně přispěl do astronomie, geodézie a fyziky.

Z jistého historického odstupu můžeme dnes toto hodnocení, jež Gausse zařazuje mezi nejvýznamnější matematiky dějin lidstva, jen potvrdit a posílit. Myšlenky, metody

*) Článek byl napsán pro Pokroky MFA autorem Gaussovy stručné biografie: *Carl Friedrich Gauss, Biographien hervorragender Naturwissenschaftler und Techniker*, Bd 15, Leipzig 1974, 100 str. Překlad článku pořídil JAROSLAV FOLTA.

¹⁾ SARTORIUS VON WALTERHAUSEN, *Gauss zum Gedächtnis*, Leipzig 1856, str. 95 n.

a výsledky, jež Gauss vložil do vývoje matematiky, se staly neoddělitelnou součástí dnešní matematiky. Některé z nich působí dokonce ještě dnes podnětně a plodně na další vývoj. Dvousté výročí Gaussova narození 30. dubna 1977 je nám podnětem, abychom si připomněli život a působení jednoho z velikánů vývoje vědy i jeho vědeckého díla, jež zůstalo trvalým odkazem nám i budoucím generacím.

II.

Mezníky Gaussovy životní dráhy jsou poznamenány postavením učenice v době, kdy feudálně absolutistická společnost přechází ke kapitalismu. Typická byla jeho celoživotní závislost na knížeti jednoho z nevelkých německých státeků a pozdějším anglickém a hannoverském králi. Typické bylo i to, že se vědecky usadil na jediné univerzitě; jeho povolání ředitele göttingenské univerzitní hvězdárny – tedy činnost astronoma – mu poskytlo prostor pro širokou oblast vědecké činnosti vlastní volby. Typická byla rovněž relativně malá činnost pedagogická a malé množství žáků a studentů.

Netypické však bylo, že Gauss jako dítě z velice prosté rodiny dospěl na cestu k vyššímu vzdělání a ke studiu díky vnímavým učitelům a příznivcům, na jejichž přímluvu poskytl tehdejší vévoda brunšvícký finanční prostředky k výchově zázračného dítěte svého poddaného. Avšak mnohé jiné talenty, pocházející podobně jako Gauss z nuzných sociálních poměrů, se nemohly v tehdejších společenských podmínkách rozvinout.

Celé tehdejší poměry dokresluje třeba jen to, že Gaussova matka, pracující jako služka, neměla žádné školní vzdělání, psát neuměla a číst znala jen nepatrně. Jeho otec vyzkoušel řadu povolání a pracoval též jako metař, zahradník, zedník...

Gauss později žertem vyprávěl, že se naučil dříve počítat než mluvit; jedna vcelku hodnověrná anekdota říká o něm, že už jako tříletý zpozoroval chybu svého otce při výpočtech mzdy. Podobně pozoruhodná je další známá historka, podle níž Gauss přišel ve svých sedmi letech samostatně na součet aritmetické řady. Tím upozornil na svůj talent svého učitele BÜTTNERA i tehdejšího učitelského pomocníka J. CH. M. BARTELSE (1769–1836), pozdějšího profesora matematiky na univerzitách v Kazani a Dorpatu (Tartu).

V roce 1788 na přímluvu Büttnerovu a Bartelsovu byl Gauss přijat na gymnázium, v roce 1792 pak na tzv. Collegium Carolinum – technicky orientovaný ústav pro výchovu důstojníků, architektů, inženýrů, obchodníků a zemědělců, z něhož později vznikla vysoká škola technická. Právě na této škole se dorůstajícímu Gaussovi dostalo zřejmě rozhodujících podnětů pro zájem o teoretickou matematiku a přírodovědu, a to zásluhou zde působícího profesora E. A. W. ZIMMERMANNNA (1743–1815). Zimmermann také v roce 1796 zprostředkoval publikaci Gaussovy první vědecké práce věnované konstruovatelnosti sedmnáctiúhelníka.²⁾

²⁾ *Nové objevy*

Je známo každému začátečníku v geometrii, že různé pravidelné mnohoúhelníky, zejména trojúhelník, pětiúhelník, patnáctiúhelník, a ty, které z nich mohou vzniknout zdvojnásobováním počtu stran, lze geometricky konstruovat. To bylo známo již v době Euklidově, a zdá se, že od té doby panovalo vše-

V té době studoval Gauss již od podzimu 1795 v Göttingen. Teprve však pod vlivem svého objevu dělení kruhu na sedmáct dílů na počátku roku 1796 se rozhodl ke studiu matematiky; do té doby uvažoval také o studiu klasické filologie a byl považován i v této oblasti za nadaného.

Ode dne, jenž následoval po dni zmíněného objevu – od 30. března 1796 – začal si Gauss vést vědecký deník. První zápis zní: „Principia quibus innititur sectio circuli, ac divisibilitas eiusdem geometrica in septemdecim partes etc.“³⁾

Právě deník z let 1796 až 1814 – do nichž spadají göttingenská studentská léta a po nich následující soukromé učitelování v Braunschweigu za vévodovy finanční podpory – ukazuje velice výrazně množství nových myšlenek, jež Gausse napadaly v rychlém sledu. V době studia počíná též jeho celoživotní přátelství se sedmihradským matematikem FARKAŠEM BOLYAIEM (1775–1856), jehož syn JANOŠ (1802–1860) dospěl vedle N. I. LOBAČESKÉHO (1792–1856) i samotného Gausse k samostatnému objevu ne-euklidovské geometrie.

Gauss se rozhodl pro studium v Göttingen proto, že zde byla vynikající knihovna. Vévoda si však přál, aby Gauss promoval na univerzitě jeho státu – v Helmstedtu. Proto zde Gauss promoval 16. července 1799 u možná nejvýznamnějšího německého matematika předgaussovské generace, u J. FR. PFAFFA (1765–1825), s vynikající disertací, jejímž obsahem byl první úplný a přesný důkaz základní věty algebry.

Napoleonské dobytelské války nepřímo, ale rozhodujícím způsobem ovlivnily Gaussův život. Když v roce 1806 ve dvou bitvách u Jeny a Auerstädtu bylo vojensky poraženo feudálně absolutistické Prusko a brunšvický vévoda, který byl pruským spojencem, utrpěl smrtelné zranění, ztratil i Gauss svoji materiální podporu. Proto v roce 1807 přijal nabízenou profesuru astronomie a vedoucí místo na observatoři v Göttingen. Této univerzitě zůstal věrný až do konce svého života, i když obdržel velmi čestné nabídky univerzit, např. univerzity v Petrohradě či Dorpatu. Zvláště pak odmítl nabídku, která mu došla z Berlína, kde se několik let vážně uvažovalo o zřízení polytechniky podle pařížského vzoru, ale snad i konečné Gaussovo odmítnutí přispělo k tomu, že tyto snahy byly na dlouho přerušeny. Finanční obtíže způsobené napoleonskými válkami protahovaly výstavbu nové göttingenské hvězdárny a teprve na podzim r. 1816 se Gaussovi dostalo služebního bytu u observatoře postavené před branami Göttingen.

Stárnoucí Gauss byl považován i v okruhu svých odborných kolegů za nepřístupného a uzavřeného. Ve vztahu k lidem, které blíže neznal, byl zřejmě ostýchavý. Přece však

obecné přesvědčení, že se oblast elementární geometrie již více nerozšíří: alespoň neznám žádný úspěšný pokus o rozšíření jejích hranic na této straně.

Tím více se mi zdá, že zasluhuje pozornosti objev, že mimo zmíněné pravidelné mnohoúhelníky je ještě celá množina jiných geometricky konstruovatelná – např. sedmnáctiúhelník. Tento objev je vlastně jen corollariem ještě nedokončené teorie většího rozsahu, která bude po svém dokončení předložena publiku.

C. F. Gauss z Braunschweigu, studující matematiky v Göttingen.

Zaslouží zmínky, že p. Gauss je nyní stár osmnáct let a zabýval se zde v Braunschweigu se stejně šťastnými úspěchy filozofií a klasickou literaturou.

18. dubna 1796

E. W. Zimmermann, prof.

Viz: GAUSS, *Werke*, Bd. X., 1, str. 3.

³⁾ *Principy, na nichž spočívá dělení kruhu, a to jeho geometrické dělení na sedmáct dílů atd.*

z jeho dopisů přátelům, alespoň z doby mladosti, k nám vzhlíží osobnost, jež prožívala silné radosti a pravé city a velice trpěla osudovými ranami, jež na ni dolehly. Náhlá nečekaná ztráta (1809) první ženy Johannny, kterou hluboce miloval, Gausse těžce zasáhla; jeho druhá žena zemřela po dlouhých letech těžkého strádání stížena plicní tuberkulózou. Z obou manželství vychovával do dospělosti pět dětí; avšak mezi Gaussem a jeho synem Eugenem docházelo k silným rozmíškám. Ve stáří pak o Gausse pečovala jemu velmi blízká dcera z druhého manželství Tereza.

V závěru svého žití našel Gauss ještě dva žáky v B. RIEMANNOVI (1826–1866) a R. DEDEKINDOVI (1831–1919), kteří přispěli velmi rozhodně k pokroku matematiky v 19. století. Dedekind nám také plasticky přiblížil Gaussovo vystupování na univerzitě:⁴⁾

„Gauss nosil lehkou černou čapku, dosti dlouhý hnědý svrchník, šedé kalhoty. Sedával většinou klidně, poněkud skloněn hleděl před sebe s rukama svěšenými podél těla. Mluvil zcela volně, velice zřetelně, jednoduše a prostě. Když však chtěl zdůraznit určité nové hledisko, k čemuž potřeboval zvlášť charakteristický výraz, pozvedl téměř okamžitě hlavu, obrátil se ke svému sousedu a pohlížel naň během důrazné řeči živě svými krásnými pronikavě modrými očima. To bylo nezapomenutelné ... Jestliže přecházel od zásadního objasnění k odvozování matematických vzorců, pozvedl se a ve státnickém, zcela vzpřímeném postoji psal na tabuli za ním stojící svým osobitým rukopisem, přičemž se mu díky šetrnosti a účelnému uspořádání vždy podařilo vystačit se sebemenším prostorem na ní. Pro číselné příklady, na jejichž pečlivé provedení kladl mimořádný důraz, si přinášel potřebné údaje na malých lístcích.“

III.

Gauss byl vědecky činný pět desetiletí – což je doba neobyčejně dlouhá. Je sotva možné představit na několika stránkách jeho vědecké dílo v celé jeho hloubce i šíři.

Už ve svém mládí zaútočil Gauss na neprozkoumané oblasti matematiky, stejně jako zopakoval vlastními prostředky objevy, které před ním udělali nejvýznamnější matematikové 18. století mj. L. EULER (1707–1783), J. L. LAGRANGE (1736–1792) a A. M. LEGENDRE (1752–1833).

Na základě jeho deníku a korespondence lze tyto jeho nové objevy dokonce téměř přesně datovat.

Už v r. 1791 se zabýval aritmeticko-geometrickým průměrem; 1799 přišel na cestu vedoucí k obecnému eliptickému integrálu 1. druhu. To mu dalo velice brzy nato podněty k nártu obecné teorie eliptických funkcí, kterou však Gauss nikdy nepublikoval; teprve o čtvrtstoletí později byla vybudována a publikována N. H. ABELEM (1802–1829) a C. G. J. JACOBIM (1804–1851). Již v roce 1792 (nebo 1793) našel Gauss v integrál-logaritmu asymptotické přiblížení pro prvočísla ležící uvnitř jistých mezí. Ve stejné době začal přemýšlet o základech geometrie. Již r. 1794 znal a ovládal metodu nejmenších čtverců a užíval ji k vyrovnávání měřických chyb. Rokem 1795 začíná řada jeho objevů v oblasti teorie čísel.

⁴⁾ R. DEDEKIND, *Gesammelte Werke*, Bd. 2, Braunschweig 1931, str. 294.

Objev, který udělal Gauss jako mladý student v březnu 1796, ukazující, že lze euklidovsky konstruovat sedmnáctiúhelník, vyústil do teorie dělení kruhu, tj. ke stanovení všech pravidelných n -úhelníků konstruovatelných kružítkem a pravítkem. Obsahově a metodicky se později staly východiskem pro vybudování obecné teorie řešitelnosti algebraických rovnic, jak ji vytvořili ABEL a E. GALOIS (1811–1832).

Při prvním důkazu základní věty algebry (Gauss podal ještě tři další důkazy v letech 1815, 1816 a 1849), který byl předmětem jeho disertace, vyhnul se Gauss ještě explicitnímu užití komplexních čísel, protože byla obklopena stále ódiem jakési mystiky. Ranější formy geometrické interpretace komplexních čísel, jak byly publikovány norským geodetem C. WESSELEM (1745–1818) a Francouzem J. R. ARGANDEM (1768–1822), zůstaly dlouho neznámé. Teprve Gaussova autorita vytvořila pro přijetí komplexních čísel v matematice plně předpoklady. V roce 1831 navrhl Gauss geometrické znázornění komplexních čísel, kterému dnes říkáme Gaussova rovina. Přitom vyzvedl, že ... *aritmetika komplexních čísel je přístupná názorné představě* a že reálná čísla tvoří pouze „poddruh“ komplexních čísel. Závěrem ještě dodal: „*Věřili jsme, že tímto krátkým vyjádřením hlavních momentů nové teorie imaginárních veličin posloužíme přátelům matematiky. Jestliže se dosud na tento předmět pohlíželo z falešného hlediska a přitom se objevovala jakási tajuplná temnota, pak to je třeba z větší části připsat na vrub málo vhodné terminologii. Kdyby se $+1$, -1 , $\sqrt{-1}$ nenazývaly kladná, záporná a imaginární (nebo dokonce nemožná) jednotka, nýbrž přímá (directe), opačná (inverse), vedlejší (laterale) jednotka, pak by ztěžka mohla být řeč o nějaké temnotě.*“⁵⁾

Do určité míry představují *Disquisitiones arithmeticae*, publikované v roce 1801, závěr Gaussova prvního tvůrčího období. V této obdivované práci dvacetiletého matematika je vedle teorie dělení kruhu obsažena též teorie kvadratických forem, která mj. – řečeno moderní terminologií – obsahuje v implicitní formě teorii komutativních grup. Vedle toho obsahují *Disquisitiones* podrobný výklad teorie kongruencí (Gauss sám zavedl pro tuto relaci označení \equiv).

Disquisitiones skoro naráz vynesly Gausse mezi vůdčí matematiky. Teorie čísel, do té doby sbírka mnoha roztráštěných, i když zčásti také velmi hlubokých, ale separátních výsledků, se stala samostatnou matematickou disciplínou.

IV.

Kolem zlomu století, ještě než byly *Disquisitiones* dány do tisku, změnily se Gaussovy hlavní vědecké zájmy – nastává jeho odklon k astronomii. Vlastní podnět odpovídal Gaussově povaze: v novoroční noci 1. ledna 1801 mohl italský astronom G. PIAZZI (1746–1826) z Palerma pouze krátkou dobu pozorovat pohybující se nebeské těleso – jak se vyjádřil – planetoid. Gauss si stanovil velmi obtížný úkol, vypočítat na základě minimálních pozorovacích dat dráhu tohoto tělesa nazvaného Ceres a skutečně Ceres mohl být znovu objeven téměř přesně na místě vypočteném Gaussem. Gauss vyšel z předpokladu eliptické dráhy a použil přibližných metod, jež se opíraly o metodu nejmenších čtverců

⁵⁾ Srv.: GAUSS, *Werke*, Bd. II, str. 177 n.

a s ní související zákon rozložení chyb. Tyto principiálně nové a dalekosáhlé metody publikoval Gauss ve spise *Theoria motus corporum coelestium ...*, který vyšel v roce 1809 a bývá označován za zákoník počtářské astronomie. Když v r. 1802 objevil Gaussův přítel, brémský amatérský astronom H. W. M. OLBERS (1758–1840), další planetoid Pallas, bylo třeba čtyř let heroického úsilí k určení dráhy, protože se zde zpozorovaly ještě nepravidelnosti způsobené sousední planetou. Výsledkem těchto i dalších určování drah planetoidů byla v letech 1816 a 1818 Gaussem publikovaná zásadní pojednání k teorii chyb a k přibližným výpočtům.

V astronomických souvislostech se vrátil Gauss opět ke zkoumání řad, protože při výpočtech odchylek se objevily rozvoje v nekonečné řady, u nichž bylo třeba odhadovat jejich konvergenci. V jednom článku z roku 1800, který zůstal nedokončen a je věnován „základní koncepci principů teorie řad“, formuloval zcela moderně přesný pojem limity dříve než B. BOLZANO (1781–1848) a A. L. CAUCHY (1789–1857). Gauss zavedl pojmy horní meze a nejmenší horní meze, resp. spodní nebo největší spodní meze. Jeho pojmy se kryjí tedy téměř přesně s tím, čemu dnes říkáme „limes superior“, případně „limes inferior“.

Nejvýznamnější přínos Gaussův k teorii řad tkvěl ve zkoumání řady dnes zvané hypergeometrická (1813). Zde se snad poprvé setkáváme s přesnými úvahami o konvergenci v teorii řad. Hypergeometrická řada zahrnuje – za příslušného použití zde se vyskytujících tří volných parametrů – téměř všechny tehdy používané transcendentní funkce. Avšak Gauss šel ještě dále: jestliže matematikové 17. a 18. století rozvíjeli známé funkce do řady, aby je mohli integrovat, pak Gauss zdůraznil, že (konvergující) funkční řada definuje samu funkci: *Zde platí ... řada sama za původce transcendentních funkcí.*⁶⁾

Tím připravil Gauss podstatné rozšíření matematické analýzy: systematické zkoumání analytických funkcí, tj. funkcí vyjádřitelných konvergujícími mocninnými řadami vedlo u K. WEIERSTRASSE (1815–1897) koncem 19. století k důležitým výsledkům. Sám Gauss se r. 1812 vyjádřil předjímaje budoucí vývoj:⁷⁾ *Transcendentní funkce mají své skutečné prameny vždy, ať už zřejmě nebo skrytě, v nekonečnu. Operace integrování, sčítání nekonečných řad, rozvoje nekonečných součinů, do nekonečna pokračující řetězové zlomky nebo vůbec bližení se k určité hranici operacemi, které lze podle určitých zákonů provádět bez omezení – to je vlastní půda, na níž se vytvářejí transcendentní funkce.*

Gauss se zabýval rovněž funkcemi komplexní proměnné a dospěl už roku 1811 k hlavní větě teorie funkcí, zatímco Cauchy, po kterém bývá všeobecně tato věta nazývána, ji publikoval teprve v roce 1825.

V.

Rovněž geometrie přísluší k oněm oblastem, v nichž Gaussovo životní dílo zanechalo svou pečť. Vedle diferenciální geometrie a konformního zobrazení se Gauss zasloužil zvláště o základy neuklidovské geometrie.

⁶⁾ Srv.: GAUSS, *Werke*, Bd. III, str. 198.

⁷⁾ Viz tamtéž.

Na konci 18. století neexistovalo ještě žádné pojmové rozlišení mezi geometrií jako matematickou disciplínou a „vědou o prostoru“ ve smyslu vědy o objektivně existujícím fyzikálním prostoru. Gauss učinil již v roce 1792 velmi odvážný gnoseologický krok k rozlišení mezi geometrií a prostorem. Po prvním kroku – kterým bylo přesvědčení o nedokazatelnosti postulátu o rovnoběžkách – patrně dospěl Gauss teprve po dlouhých myšlenkových zápasech kolem 1815–1816, k úplnému prohlédnutí vnitřních souvislostí mezi euklidovskou a neeuklidovskou geometrií. Také neeuklidovské geometrie jsou matematicky správné; o skutečné struktuře prostoru však musí rozhodnout zkušenost, experiment, a tedy fyzika a astronomie. V roce 1817 to Gauss vyjádřil: *Docházím stále více k přesvědčení, že nezbytnost naší geometrie nemůže být nikdy dokázána, alespoň nikoli lidským rozumem. Možná, že v nějakém jiném životě dospějeme k jiným názorům na podstatu prostoru, jež nám je nyní nedosažitelná. Do té doby musíme geometrii stavět do stejné úrovně nikoliv s aritmetikou, která stojí zcela a priori, nýbrž třeba s mechanikou.*⁸⁾ S tímto pojetím je Gauss v přímém rozporu k tehdy rozšířené filozofii I. Kanta (1724 až 1804), v níž systém euklidovské geometrie platí za naprosto nezbytnou nazírací formu. Proto právem kritizuje Gauss Kanta v jednom dopise z r. 1832 svému příteli F. Bolyaiovi: *Právě v nemožnosti rozhodnout a priori mezi Σ [euklidovskou geometrií – H. W.] a S [neeuklidovskou geometrií – H. W.] tkví nejjasnější důkaz, že Kant tvrdil neprávem, že prostor je jen formou našeho nazírání.*⁹⁾ Ze strachu z rozmíšek, z „pokřiku bojořů“ nepublikoval Gauss nic z neeuklidovské geometrie. Sledoval však velice pozorně, jak se problematika vyvíjí, zvláště poté, když Lobačevskij a J. Bolyai jako první na zlomu 20. a 30. let vkročili na cestu zveřejnění neeuklidovské geometrie. Gauss projevil vřelé uznání jejich pracím, ovšem jen v dopisech. Označil J. Bolyaie za „genia prvního řádu“ a Lobačevského pojednání za napsané „mistrovsky v pravém geometrickém duchu“.

Přesto mohla neeuklidovská geometrie dospět svého uznání teprve, když po pracích B. RIEMANNA o základech geometrie se díky A. CAYLEYOVI (1821–1895), F. KLEINOVÍ (1849–1925) a dalším rozpracovaly v sedmdesátých letech 19. století modely neeuklidovských geometrií.

VI.

Kolem 1818–1820 se obrátil Gauss k novým oblastem – ke geodézii. Jeho panovník Jiří IV., král anglický a hannoverský, pověřil ho geodetickým měřením království hannoverského. Gauss sám vedl v letech 1821 až 1825 časově náročné a obtížné práce v terénu. Vlastně k tomuto účelu vynalezl Gauss r. 1820 měřický přístroj zvaný heliotrop, jehož pomocí mohly být podávány optické signály. Později převzal koordinaci a vyhodnocování výsledků z Göttingen, zatímco důstojníci hannoverské armády – a mezi nimi jeho syn Josef – převzali vyměřování přímo v terénu.

Vyměřování Hannoverska se stalo – a Gauss do toho vložil svou veškerou ctizádost – vzorem přesnosti a spolehlivosti, který zůstal dlouhou dobu nedostižným ideálem. Jednou Gauss odhadoval, že při geodetických výpočtech zpracoval početně více než

⁸⁾ Srv.: GAUSS, *Werke*, Bd. VIII, str. 177.

⁹⁾ Viz tamtéž, str. 224.

milión údajů. Teprve koncem roku 1848 byla titanská práce uzavřena; souřadnice trigonometrických bodů byly určeny.

A znovu jako plod Gaussovy praktické činnosti vznikla mistrovská teoretickomatematická díla, fundamentální práce teorie konformního zobrazení, stejně jako slavné monografické zpracování diferenciální geometrie *Disquisitiones generalis circa superficies curvas* a konečně vedle dalších i dílčí zpracování předmětu vyšší geodézie. *Disquisitiones generalis circa superficies curvas* zkoumaly zakřivené plochy pomocí studia základních diferenciálních forem a zahrnovaly mj. věty o míře křivosti a o invarianci totální křivosti.

VII.

V roce 1828 se Gauss na pozvání ALEXANDRA VON HUMBOLDTA (1769 – 1856) účastnil berlínského zasedání německých a skandinávských přírodovědců a poznal zde osobně mnohé vůdčí přírodovědce své doby. V Berlíně také došlo k navázání jeho úzkých vztahů k mladému fyzikovi WILHELMOVI WEBEROVI (1804 – 1891) z Halle; na Gaussův podnět byl pak Weber r. 1831 povolán do Göttingen. V té době byla fyzika a zvláště elektrodynamika v bouřlivém rozvoji: A. M. AMPÉRE (1775 – 1836), C. CH. OERSTED (1777 – 1851) a M. FARADAY (1791 – 1867) vedle dalších dosáhli základních objevů v oblasti vzájemných vztahů mezi elektrickými a magnetickými jevy.

Mezi Gaussem a Weberem došlo brzy k neobyčejně plodné vědecké spolupráci. Při ní stály v popředí zájmu zemský magnetismus, fyzikální soustavy měř a elektromagnetická telegrafie.

V roce 1832 předložil Gauss absolutní fyzikální soustavu měř: soustavu cm – g – sec. Rozpracoval také podstatně zjemnělé měřicí metody k měření zemského magnetického pole. Při určování přitažlivých a odpudivých sil elektriny a magnetismu vycházel Gauss z analogie s jevy gravitačního pole, vytvořil obecný pojem potenciálu a publikoval 1839–40 pojednání, v němž byla teorie potenciálu podána jako matematicko-fyzikální teorie.

Gauss a Weber se podíleli úzce na práci celosvětového spolku „Verein zum Zwecke erdmagnetischer Beobachtungen“; publikovali mj. v letech 1838–9 *Allgemeine Theorie des Erdmagnetismus*. Gaussovy výpočty vedly k výsledku, že magnetické pole Země se nekryje s geografickým a pozdější expedice zcela přesně potvrdily Gaussovy údaje. Společné teoreticko-praktické činnosti Webera a Gausse a mechanika MICHELMANNA vděčí za svůj vznik rovněž prvý elektromagnetický telegraf, který zkonstruovali v letech 1833–4. Spojoval fyzikální kabinet göttingenské univerzity s observatoří na vzdálenost asi přes dva kilometry; fungoval k plné spokojenosti až do r. 1845, kdy ho zničil úder blesku.

Přes svou snahu o teoretickomatematické proniknutí fyzikálních pozorování rozpoznal Gauss velmi dobře značné praktické možnosti telegrafie. Tak se jednou vyjádřil o nepatrných finančních možnostech hvězdárny, aby pak pokračoval:¹⁰⁾ *Jestliže by se*

¹⁰⁾ Viz: *Briefwechsel Gauss — Schumacher*, Bd. 2, str. 411.

však na to [na elektromagnetické experimenty — H. W.] věnovaly tisíce tolarů, pak věřím, že např. elektromagnetická telegrafie by mohla být přivedena k dokonalosti a realizována v takovém rozsahu, před kterým fantazie zůstává téměř v úžasu. Ruský car by mohl své rozkazy předávat bez prostřednictví mezistanic do Oděsy, možná dokonce do Kjachty...

Zvláště příznával Gauss význam telegrafie pro rychle se rozvíjející železniční dopravu; Gauss byl výstavbou železnic fascinován a ještě krátce před svou smrtí se vypravoval na prohlídku blízkých stavebních úseků železnice. Když C. A. STEINHEIL — ostatně jeden z Gaussových studentů — pokládal podél první německé železnice mezi Norimberkem a Fürthem telegrafní linku, doporučil mu Gauss, aby místo drahých drátových spojů použil k vedení telegrafních proudů kolejí. Vznikající zkrat, který byl přítom objeven, ukázal, že země je značně vodivá, a proto se ukázalo, že stačí pro spojení použít jen jeden izolovaný vodič.

Velice plodná vědecká spolupráce Gausse a Webera se pak znatelně přerušila. Weber se zdráhal přijmout reakční porušení ústavy hannoverským králem a byl pak spolu s šesti dalšími pokrokovými göttingenskými profesory r. 1837 propuštěn z úřadu a přešel později na lipskou univerzitu. Gaussov konzervatismus způsobil, že on sám se podrobil a zůstal věrný reakčnímu královskému režimu.

VIII.

Při veškeré mnohostrannosti Gaussova vědeckého díla existuje přece jeden důležitý moment, který poznamenává všechnu jeho činnost — je to neustálé spojování teorie a praxe. I v jeho vlastní osobě se vynikajícím způsobem utvářely základní stupně procesu poznání: praxe — teorie — praxe.

Avšak to samo ještě neobjasňuje významné postavení, jež Gauss zaujímá v dějinách vědy. Základy toho spočívají ještě hlouběji.

Pro nás žijící v bouřlivě se společensky rozvíjejícím světě je a zůstane podivuhodné, že Gauss, který na jedné straně v rozhodujících oblastech matematiky a přírodovědy mohl dosáhnout revolučního působení, zůstal současně v ostatních světonázorově politických otázkách, zejména v pokročilém stáří, konzervativní. Gauss vůbec nebyl nakloněn politickým reformám. Viděl a znal sociální napětí a bídné postavení pracujících v nuzných prostředích vytvářených nastupujícím průmyslovým kapitalismem. Avšak děsil se a byl zastrašován hrozícími nepokoji, revolucemi a občanskou válkou.

O to přesněji však rozpoznal a plnil vědou postavené požadavky své doby, doby přechodu od manufakturní k tovární výrobě a k průmyslové revoluci. Uprostřed revoluční situace roku 1848 napsali MARX a ENGELS o důsledcích průmyslové revoluce: Buržoazie si ve svém skoro stoletém třídním panství vytvořila masovější a kolosálnější výrobní síly než všechny předchozí generace dohromady. Podrobení přírodních sil, strojů, užití chemie v průmyslu a zemědělství, paroplavba, železnice, elektrická telegrafie, obdělávání celých oblastí půdy, splavňování řek, obyvatelstvo vlastně vydupané z půdy — které z dřívějších století tušilo, že takové výrobní síly dřímají v lůně společenské práce.¹¹⁾

¹¹⁾ Viz: MARX-ENGELS, *Werke*, Bd. 4, Berlin 1959, str. 467.

K tomu přispěly i přírodní vědy. Bouřlivě se rozvíjející výrobní síly daly přírodovědcům množství podnětů a připravily pro ně nové, netušeně široké aplikační pole. To tvořilo základ, v němž se matematika a přírodověda, sledující své vnitřní podněty, mohly rychle rozvíjet: chemie a astronomie, matematika a geologie, fyzika a paleontologie dosáhly v první polovině 19. století množství hlubokých teorií. Tím mohla být překonána metafyzická přírodověda a příroda tak byla konečně pochopena i prozkoumána ve svém rozvoji v čase a prostoru.

Vědecké životní dílo K. F. Gausse se ukazuje zřetelně jako výsledek s průmyslovou revolucí bytostně spojené nové orientace obsahu a společenského uplatnění přírodovědy. Tvoří vnitřní jednotu, avšak je skoro výrazně rozdělena do etap, v nichž převládly rozličné pracovní oblasti. A tak postupně proběhl Gaussův přechod od čisté matematiky k bezprostředním praktickým aplikacím: od teorie čísel, aritmetiky, analýzy a základů geometrie přes astronomii, vyrovnávací počet ke geodézii, diferenciální geometrii a počtu pravděpodobnosti, od zemského magnetismu a elektromagnetismu k elektromagnetické telegrafii až k otázkám předávání informací v nastupující železniční dopravě.

Velikost Gaussových výsledků tvoří i to, že vedle nadání a charakterových vlastností jakými byly jeho píle, důkladnost, vytrvalost, rozpoznal objektivní požadavky své doby na vědu a opravdově je pochopil. Gauss si sám byl – přitom bez přepjatosti a ješitnosti – plně vědom toho, co vykonal; považoval se za služebníka matematiky a přírodovědy. Velice sečtělý Gauss často citoval ve vlastní úpravě Shakespearovy verše z Krále Leara, aby přiblížil záměry a motivy svého jednání a působení:

*Thou, nature, art my goddess;
to thy laws my services are bound.*

*Du, Natur, bist meine Gottheit;
Deinen Gesetzen diene ich.¹²⁾*

Pro profesionální matematiky je užití algebry jako nástroje dokazování vysoce důležité, a snad i podstatné. Současní matematici, pohroužení v Bourbakiho idejích, měli přirozenou tendenci zavádět ve výkladech na středních a vysokých školách algebraické teorie a struktury, které byly tolik užitečné v jejich vlastní práci a které převládají v dnešním matematickém myšlení. Ale člověk se může právem ptát, zda potřeby specialistů a jejich nejnovější výzkumy mají být zaváděny do školních osnov.

Matematici nepodléhají tomuto pokušení sami. Četl jsem biologické texty jak pro začá-

tečníky, tak pro pokročilé, ve kterých dvojitá šroubovice molekul bílkovin a přesný enzymatický mechanismus jejího kopírování byl vyložen jako definitivní vědecká pravda. Nové věci by neměly být do osnov zařazovány bez jistého období vyčkávání. Ve Francii bychom se měli s důvěrou spoléhat na školské orgány, že zajistí nezbytnou stabilitu osnov. Avšak ze strachu, že by se oprávněný skepticismus vykládal jako skleróza způsobená věkem, tyto instituce nepůsobily dost účinně. Koneckonců, učebnice se musí měnit a vydavatelé musí žít.

René Thom

¹²⁾ Druhý verš znějící „Tvými zákony mé služby jsou poutány“ si Gauss upravil „Tvým zákonům sloužím“.